



**Jahresbericht
des
Institutes für Elektrische Energietechnik
TU Clausthal**

Bericht Nr.5 (1994)

Dezember 1994

Prof. Beck

J A H R E S B E R I C H T 1994
des Instituts für Elektrische Energietechnik
Technische Universität Clausthal

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	3
1 Lehre	5
1.1 Vorlesungen, neue Studiengänge	5
1.2 Übungen, Praktika	5
1.3 Seminarvorträge	7
1.4 Studien- und Diplomarbeiten	7
2 Veröffentlichungen, Dissertationen, Technische Notizen	11
2.1 Zeitschriften- und Tagungsaufsätze, Patente	11
2.2 Vorträge/Seminare	11
2.3 Dissertationen	12
2.4 Technische Notizen und Berichte, Vorlesungsmanuskripte	12
2.5 Geförderte Forschungsvorhaben	14
2.6 Veranstaltungen, Exkursionen, Gastaufenthalte	15
3 Forschungsarbeiten	19
3.1 Ausbau der Institutseinrichtungen	19
3.2 Projektblätter	19
4 Personelle Besetzung	71
4.1 Hauptamtliche Mitarbeiter des Instituts	71
4.2 Nebenamtlich tätige Hochschullehrer	72
4.3 Wissenschaftliche Hilfskräfte	72
4.4 Von der Lehrverpflichtung befreite Hochschullehrer	72
4.5 Mitglieder in den Selbstverwaltungsgremien der Universität	73
Anlagen	75

Vorwort

Liebe Freunde, Förderer und Mitarbeiter(-innen) des Instituts,

in diesem fünften Jahr nach meiner Berufung endete der erste "Promotionszyklus". Zwei meiner Assistenten der ersten Stunde, die beide sehr erfolgreich wissenschaftlich gearbeitet haben, legten ihre Doktorprüfung ab. Die nächsten Dissertationen folgen hoffentlich in kürzeren Zeitabständen. Die Voraussetzungen hierfür sind geschaffen, denn die Anzahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter ist während der letzten Jahre erfreulicherweise kontinuierlich gewachsen. So lassen sich auch die anstehenden umfangreichen Lehraufgaben und die Betreuung der Studenten(-innen) auf mehrere Schultern verteilen, welches den einzelnen Forschungsarbeiten sowie dem Gesamtforschungsaufkommen zugute kommt.

Besonders hervorzuheben sind in diesem Jahr zwei interdisziplinäre Aktivitäten meiner Institutsarbeit. Die eine betrifft die Mitwirkung im Vorstand des "Forums Clausthal", eines vom Senat eingesetzten wissenschaftlichen Arbeitskreises an der TU Clausthal. Allen in diesem Kreis mitwirkenden Kollegen ist an einer verantwortbaren nachhaltigen Gestaltung der Zukunft gelegen. Dabei sollen in Gesprächen, Vorträgen und Diskussionen neben den Vertretern aus Forschung und Lehre auch solche aus Wirtschaft, Politik, Kirche sowie Verwaltung, Gewerkschaften, Presse usw. bei der Problemaufarbeitung zu Rate gezogen werden. Ein Beispiel für die diesjährige Arbeit des Forums Clausthal ist die Veranstaltungsreihe "Sustainable Development" (nachhaltige, dauerhafte Entwicklung), welche im Wintersemester 94/95 und Sommersemester 95 durchgeführt wird.

Die zweite Aktivität betrifft die Mitgliedschaft im neu gegründeten "Informationstechnischen Zentrum (ITZ)", eine wissenschaftliche Einrichtung der TU Clausthal zum Zwecke der Koordination und Konzentration von Lehre und Forschung auf den Gebieten der Automatisierungstechnik, der Elektrotechnik, der Informatik und der Prozeß- und Produktionsleittechnik. Hiermit wird einer Entwicklung in der Praxis Rechnung getragen, die eine Anbindung der Informatik an eine Anwendungswissenschaft - hier die Ingenieurwissenschaft - empfiehlt, um die Effektivität in der Lehre sowie bei der Wissenserarbeitung und -umsetzung zu erhöhen.

Neben den hier angeführten gibt es am IEE eine Reihe weiterer interessanter Neuerungen, über deren Stand und Entwicklung es sich zu berichten lohnt. Hierzu wird dieser Jahresbericht vorgelegt.

Allen, die an der Lehre und Forschung unseres Institutes in diesem Jahr mitgewirkt haben, sei auf diesem Wege hierfür herzlich gedankt; natürlich gilt unser Dank auch den zahlreichen externen Förderern und Helfern. Mit den besten Wünschen für ein gesundes neues Jahr 1995 verbleibe ich

Ihr

Dezember 1994

1 Lehre

1.1 Vorlesungen, neue Studiengänge

Die folgenden Vorlesungen wurden in diesem Jahr von Mitarbeitern des IEE angeboten. Die Zahlen geben jeweils die ungefähre Teilnehmerzahl an.

Beck	Grundlagen der Elektrotechnik I/II	200
Beck	Elektrische Energietechnik (früher Elektrische Antriebe)	50
Beck	Regelung elektrischer Antriebe	20
Beck	Energieelektronik	18
Canders	Elektrische Maschinen	10
Diemar	Elektrowärme	5
Helmholz	Theorie der Wechselströme I/II	25
Schmidt	Hochspannungstechnik	5
Wahl	Elektrizitätswirtschaft	12
Wehrmann	Elektrische Energieerzeugung	15
Wehrmann	Energieverteilung in elektrischen Netzen	15

Insgesamt wurden im Verlauf dieses Jahres 450 Vor- und Hauptdiplomprüfungen von den prüfungsberechtigten Hochschullehrern bzw. Lehrbeauftragten des Institutes abgenommen.

Außer im Fach "Grundlagen der Elektrotechnik I/II", in dem Vorexamensklausuren geschrieben wurden (275 Teilnehmer), fanden alle Haupt- (175 Teilnehmer) und Nachprüfungen mündlich statt.

Die Einführung des Studienganges "Elektrotechnik" ist auf dem Genehmigungsweg einen Schritt vorangekommen. Der Senat der TU Clausthal hat in seiner Sitzung am 17.05.1994 die Einführung dieses neuen Studienganges beschlossen. Die Genehmigung durch das Ministerium für Wissenschaft und Kultur des Landes Niedersachsen steht noch aus. Hiermit ist nach Abschluß der Mittelfristplanung 1995/96 im kommenden Jahr zu rechnen.

1.2 Übungen, Praktika

Im Berichtszeitraum wurden folgende Übungen und Praktika angeboten. Die Zahlen geben jeweils die ungefähre Teilnehmerzahl an.

Große Übung	zu Grundlagen der Elektrotechnik I/II (Wehrmann)	200
Tutorien	zu Grundlagen der Elektrotechnik I/II (Kanakis und wissenschaftliche Hilfskräfte)	200
Tutorien	zur Klausurvorbereitung Vordiplom Elektrotechnik (Kanakis und wissenschaftliche Hilfskräfte)	140
Praktika	zu Grundlagen der Elektrotechnik I/II (Kayser, wissenschaftliche Mitarbeiter und Hilfskräfte)	480
Übung	zu Elektrische Energietechnik (Engel)	70
Übung	zu Regelung elektrischer Antriebe (Goslar)	20
Übung	zu Energieelektronik (Sourkounis/Wenske)	15
Praktikum	zu Energieelektronik (Wenske)	9
Übung	zu Elektrische Energieerzeugung (Mendt)	9
Übung	zu Energieverteilung in elektrischen Netzen (Mendt)	9
Praktikum	Anlagen- und Steuerungstechnik (Kayser)	8
Praktikum	Elektrische Antriebe I (Alders)	9
Praktikum	Hochspannungslabor (Wehrmann)	9
Grundpraktikum	im Hauptstudium (Pflichtversuch Elektrische (Kanakis) Antriebe)	147

Der Vorlesungs- und Übungsbetrieb im Fach "Regelung elektrischer Antriebe" wurde erstmals unter Einbindung des CAD-Pools (z. Zt. acht Sun-Workstations) abgehalten. Die Studenten erhielten hierdurch die Möglichkeit eigene Simulationsrechnungen vor, während und nach der Übung selbständig in kleinen Gruppen durchzuführen. Als Lernziel wurde die Einarbeitung in den Vorlesungsstoff mit Rechnerunterstützung angestrebt. Zusätzlich wurde die vortragsähnliche Präsentation der Ergebnisse geübt, um die freie Rede zu schulen.

1.3 Seminarvorträge

Im Rahmen des diesjährigen Gemeinschaftsseminars "Rationelle Energieverwendung" wurden von den Teilnehmern folgende Vorträge gehalten:

Bär, A./ Marek, A.	Biomasse
Hausberg, H.	Pkw-Antriebe
Hollstein, F.	Wärmespeicher
Kaltenborn, S./ Hesse, A.	Brennstoffzellen
Moritz, E.	Patente und andere technische Schutzrechte, Beispiel: Energietechnik
Oltmanns, A.	Nichtkonventionelle Pkw-Antriebe
Rüppel, F.	Vergleich verschiedener Studien zu externen Kosten
Rulik, O.	Forschungsgelder für Energietechnik
Schell, A.	Spezifische Energieverbräuche und Emissionen des Güterverkehrs in der Bundesrepublik Deutschland
Stickel, T.	Wärmepumpen
Stoll, S.	Energiespeichersysteme für elektrische Energie
Theuerkauf S./ Grätsch, T.	Der Stirlingmotor
Ulfers, J.	Solarthermische Kraftwerke
Voigt, U.	Einsparpotentiale für Energie und Emissionen im Personenverkehr der Bundesrepublik Deutschland

1.4 Studien- und Diplomarbeiten

Studienarbeiten

Bokämper, S.	"Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung" und "Erdgasferntransport" im technisch-wirtschaftlichen Vergleich
--------------	---

Chen, J.	Entwurf und Simulation einer Wellenmomentregelung mit geschätzten Zustandsgrößen
Funk, M.	Design Of A DC-Motor Positioning System With A Computerised PID-Controller
Götz, M.	Vergleichende Untersuchung über den Einfluß des Zwischenkreisfilters des Frequenzumrichters auf die Netzurückwirkungen eines drehzahlvariablen Windenergiekonverters
Heider, G.	Auslegung und Projektierung eines Prüfstandes zur Nachbildung des Antriebsstranges einer elektrischen Lokomotive
Hesse, M.	Praxisnaher Entwurf einer Bandzugregelung für Kaltwalzwerke
Knollmann, J.	Auslegung eines Zustandsreglers zur Minimierung der Beanspruchungen in der Antriebswelle eines elektrischen Antriebssystems
Lemogo, C.	Entwurf und Realisierung eines adaptierten Drehzahlreglers für drehzahlvariablen Windenergiekonverter
Noa, S.	Ergänzung des Aufbaus, praktische Erprobung und Dokumentierung des Versuchsstandes: "Geregelter Gleichstromantrieb"
Vollmer, D.	Untersuchung des Betriebsverhaltens des mechanisch-elektrischen Energiewandlers eines drehzahlvariablen Windenergiekonverters am leistungsschwachen Netz mittels Simulation

Diplomarbeiten

Engelhardt, B.	Modellierung und Simulation einer modernen Radschlupfregelung für Drehstromlokomotiven mit Suchlogik und Drehzahlregelung
Frank, K.	Berechnung von Kenngrößen für fossilbefeuerte Kraftwerke
Ge, H.	Untersuchung eines Drehstromantriebes mit Direktumrichterspeisung
Kahmann, C.	Echtzeitsimulation eines geregelten Gleichstrom-Lichtbogenofens zur Untersuchung des Betriebsverhaltens

- Koch, M. Robustheitsanalyse und Parameterentwurf einer Mehrgrößenregelung für Bandzug und Dicke eines zweigerüstigen Flachwalzwerks
- Loff, M. Vergleichende Untersuchungen von verschiedenen Drehzahl- bzw. Leistungsregelverfahren am Labormodell eines Windenergiekonverters
- Rathje, O. Entwurf und Vergleich von Drehmomentreglern zur aktiven Schwingungsbedämpfung in Antriebswellen
- Wenske, J. Untersuchung des Betriebsverhaltens einer Shredderanlage mittels Simulation

2 Veröffentlichungen, Dissertationen, Technische Notizen

2.1 Zeitschriften- und Tagungsaufsätze, Patente

Zeitschriften- und Tagungsaufsätze

Siehe hierzu auch die Anlagen 1-4.

- | | |
|-------------|---|
| Beck | Hochgeschwindigkeitsverkehr in Europa am Beispiel des ICE. In: Mitteilungsblatt der TU Clausthal (1994), Nr. 77, S. 4-9 |
| Beck | Anwendung einer integrativen Lehr- und Lernform in Hochschullehrveranstaltungen. Internes und öffentliches Seminar zur "CO ₂ -Minderungs politik nach Rio". In: Mitteilungsblatt der TU Clausthal (1994), Nr. 78, S. 13-14 |
| Beck/Kayser | Lebensdauererhöhung von Antriebskomponenten mittels unterschiedlicher Antriebsregelungen. In: Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.): Mechanisch-elektrische Antriebstechnik - Zukunftssicherung durch Systemoptimierung. Tagung Fulda 22./23. November 1994. Düsseldorf : VDI-Verlag, 1994 (VDI Berichte Nr. 1146), S.145-161 |
| Sourkounis | Windenergiekonverter mit maximaler Energieausbeute am leistungsschwachen Netz. In: ti Energietechnik 3/94 Technologie-Informationen Niedersächsischer Hochschulen |

Patente

- | | |
|------------|--|
| Beck/Engel | Verfahren zur Kraftschlußregelung mit Torsionsschwingungsunterdrückung im Antriebsstrang für Triebfahrzeuge mit stromrichtergespeisten Fahrmotoren - angemeldet beim Deutschen Patentamt in München am 06.10.1994 (Kurzfassung siehe Anlage 5) |
|------------|--|

2.2 Vorträge/Seminare

- | | |
|------|--|
| Beck | Drehstromantriebe mit aktiver Schwingungsunterdrückung im elastischen Antriebsstrang. Vortrag am 7. November an der AGH Krakau |
|------|--|

- | | |
|--------|--|
| Beck | Vierzehntägiges Seminar an der TH Fuxin/China vom 22. August bis 2. September zum Thema "Stand und Entwicklung der elektrischen Antriebstechnik in Deutschland" |
| Kayser | Lebensdauererhöhung von Antriebskomponenten mittels unterschiedlicher Antriebsregelungen. Vortrag im Rahmen der Tagung "Mechanisch-elektrische Antriebstechnik - Optimierung von Antriebssystemen aus der Sicht der Hersteller und Anwender", 22./23. November 1994 in Fulda |

Im Rahmen der gemeinsam von den ITZ-angehörigen Instituten veranstalteten ITZ-Tage am 1./2. Juli wurden folgende Vorträge von Mitarbeitern des IEE gehalten (siehe hierzu auch Anlage 10.3):

- | | |
|----------|---|
| Krüger | Anwendungsorientierte Methode zur Auslegung von Zustandsreglern für Elektroantriebe |
| Mendt | Off-line-Simulationsmodell für eine Walzstraße |
| Wehrmann | Parallelrechner für die Online-Simulation komplexer technischer Systeme |

2.3 Dissertationen

- | | |
|------------|---|
| Krüger | Eine anwendungsorientierte Methode zum Entwurf von Zustandsregelungen für elektromechanische Hochleistungsantriebssysteme |
| Sourkounis | Windenergiekonverter mit maximaler Energieausbeute am leistungsschwachen Netz |

2.4 Technische Notizen und Berichte, Vorlesungsmanuskripte

Technische Notizen und Berichte

- | | |
|------------|---|
| Alders, J. | Konzept zur Nachbildung des Rad-Schiene-Kraftschlusses einer elektrischen Lokomotive an einem Prüfstand |
| Engel, B. | Leerlauf- und Kurzschlußversuch zur Bestimmung der Parameter des 18,5 kW-Asynchronkäfigläufermotors der Firma Bauknecht |

Engel, B.	Neues Konzept zur Regelung von Antriebssträngen mit schwingungsfähiger Mechanik bei elektrischen Triebfahrzeugen
Engel, B./ Pißowotzki, F. P.	Simulation eines pulswechselrichter gespeisten Asynchron-Bahnmotors im Feldschwäcbereich mit hochdynamischem Steuerverfahren
Just, V.	Störung in der IEE-Niederspannungsschaltanlage am 05.08.1993
Kanakis, A.	Ausgleichsschwingungsfreies Schalten von Asynchronmaschinen
Klepp, G.	Orientierende Untersuchungen zum Verhalten der Schrittweitensteuerung des Simulationssystems NETASIM bei Schaltvorgängen
Krüger, M.	Optimierung von Drehstromantrieben in der Hüttenindustrie - Teil III
Krüger, M.	Optimierung von Drehstromantrieben in der Hüttenindustrie - Vorläufiger Abschlußbericht
Krüger, M./ Goslar, M./ Beck, H.-P.	Optimierung der Regelung von Drehstromantrieben in der Hüttenindustrie - Abschlußbericht VFWH AW 118
Mendt, W.	Untersuchungen zur Validierung eines Walzspaltmodells
Pißowotzki, F. P.	Das hochdynamische Steuerverfahren Direkte Selbstregelung (DSR) für pulswechselrichter gespeiste Asynchronmaschinen
Pißowotzki, F. P.	Das hochdynamische Steuerverfahren Direkte Selbstregelung (DSR) am Beispiel einer 18,5 kW-Asynchronmaschine
Pißowotzki, F. P.	Entwicklung und Erprobung eines NETASIM-Programmes, das die Modulationsverfahren des Simovert P-Umrichters nachbildet
Wenske, J.	Torsionsschwingungsanalyse für einen Gebläseantriebsstrang
Wenske, J.	Untersuchung des Betriebsverhaltens einer Shredderanlage mittels Simulation
Wolf, A.	Simulation einer Drehstrom-Lichtbogenofenanlage

Vorlesungsmanuskripte

Beck/ Wehrmann	Vorlesungsskript "Elektrische Energietechnik" als Neubearbeitung des Skriptes "Elektrische Antriebe"
-------------------	--

2.5 Geförderte Forschungsvorhaben

VFWH-Forschungsantrag (Fortsetzungsantrag 1994)

"Erprobung der Methode der "gezielten Eigenwertvorgabe" an einem Betriebssystem mit hoher Getriebeübersetzung"

(VFWH, AW 121)

Bearbeiter: Dipl.-Math. Goslar

Status: genehmigt

DFG-Verbundantrag zusammen mit dem Institut für Betriebsfestigkeit und Maschinelle Anlagentechnik der TU Clausthal (Fortsetzungsantrag 1994)

"Lastkollektivminimierung im Antriebsstrang von elektrischen Hochleistungsantrieben durch Einsatz von unscharfer Logik"

(Be 1496/2-2)

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Kayser, Dr.-Ing. Liu

Status: genehmigt

DFG-Verbundantrag zusammen mit dem Institut für Elektrotechnik der Bergakademie Freiberg und dem Institut für Betriebsfestigkeit und Maschinelle Anlagentechnik der TU Clausthal (Fortsetzungsantrag 1994)

"Minimierung von Lastkollektiven bei Bahnantrieben durch eine Kraftschlußregelung mit aktiver Torsionsschwingungsunterdrückung"

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Engel, Dipl.-Ing. Scholz, Dipl.-Ing. Harste

Status: beantragt

DFG-Antrag - Sonderforschungsbereich 180, Verbundprojekt zusammen mit dem Institut für Betriebsfestigkeit und Maschinelle Anlagentechnik der TU Clausthal

"Erhöhung der Verfügbarkeit und des Ausnutzungsgrades von Shredderanlagen"

(A 18)

Bearbeiter: Dr.-Ing. Sourkounis, Dipl.-Ing. Peter

Status: genehmigt

DFG-Antrag

"Stromrichterspeisung und Maschinenregelung für neuartige Reluktanzmotoren mit doppelseitiger Polausprägung"

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Tavana-Nejad

Status: beantragt

DFG-Antrag für ein Graduiertenkolleg an der TU Clausthal (siehe Anlage 6)

"Methanol-Brennstoffzelle für den mobilen Einsatz"

Bearbeiter: Prof. Dr.-Ing. Beck, Prof. Dr.-Ing. Hoffmann, Prof. Dr.-rer. nat.
Fuhrmann, Prof. Dr.-Ing. Lürig

Status: beantragt

2.6 Veranstaltungen, Exkursionen, Gastaufenthalte

Veranstaltungen

Im SS 94 organisierte das IEE in Zusammenarbeit mit dem Institut für Energieverfahrenstechnik erneut ein Gemeinschaftsseminar Energiepolitik, welches diesjährig zu dem Thema "Rationelle Energieverwendung" stattfand. Im Rahmen dieses Seminars wurden von den Studenten(-innen) Vorträge gehalten (vgl. S. 7), deren Inhalte zuvor in kleinen Gruppen erarbeitet wurden. Dieses Seminar wurde zur Vertiefung des Lehrstoffes der Studienrichtung Energietechnik/Energiesysteme angeboten.

Ebenfalls zur Vertiefung und Veranschaulichung des Lehrstoffes führten verschiedene Institutsmitarbeiter in diesem Jahr vier Exkursionen durch (vgl. S. 16), die mangels ausreichender Mittel seitens des Fachbereiches nur mit Unterstützung der Gastgeber und des Institutes sowie eines Eigenanteils der Teilnehmer finanziert werden konnten. Besonders hervorzuheben ist die mehrtägige Berlin-Exkursion (Anlage 7), die sich aus Studentensicht nicht nur wegen des Vortrages zur neuen "Blindleitungsdefinition" der BEWAG (Anlage 8) gelohnt hat. Gemäß einer Veröffentlichung im "Datenbus" der Fachschaft MVT beeindruckte bei der Exkursion zur Preussag Stahl Salzgitter AG der "Blick in das Herz der Elektroanlagen" die Studenten nachhaltig (Anlage 9).

Zur besseren Koordination und Förderung der laufenden und zukünftigen hochschulinternen Forschungsarbeiten mit informationstechnischem Charakter wurde in diesem Jahr das Informationstechnische Zentrum (ITZ) offiziell von den Hochschullehrern der Institute für Elektrische Energietechnik, Elektrische Informationstechnik, Informatik und Prozeß- und Produktionsleittechnik sowie dem Leiter des Rechenzentrums als Einrichtung der TU Clausthal gegründet. Seine Satzung wurde vom Fachbereichsrat MVT am 15.11.1994 genehmigt (Anlage 10.1). Auf dem ebenfalls in der Anlage beigefügten Informationsblatt (Anlage 10.2) sind die Lehr- und Forschungsgebiete der beteiligten wissenschaftlichen Einrichtungen erläutert. Es ist zu erkennen, daß schon heute eine enge Verzahnung zwischen der Informatik und den Ingenieurwissenschaften besteht. Dem Trend der Praxis folgend soll diese Vernetzung der Wissensgebiete durch die Einrichtung des ITZs zukünftig an der TU Clausthal weiter intensiviert werden. Eine erste gemeinsame Aktivität waren die diesjährigen ITZ-Tage (Anlage 10.3), die ein-

mal jährlich durchgeführt werden sollen. Zudem sind regelmäßig stattfindende gemeinsame Kolloquien mit Vorträge zu aktuellen Themen geplant.

"Technologische Innovationen prägen und verändern grundlegend das Gesicht moderner Industriegesellschaften. Geschwindigkeit und Reichweite des technischen Wandels verstärken sich durch Politik und Wirtschaft, und speisen sich aus der Erfahrung unbestreitbarer Fortschritte und Segnungen durch technische Mittel und aus der verbreiteten Erwartung, dies werde auch künftig so bleiben." Mit diesen Worten, so die Anlage 11.1, führt die Arbeitsgruppe "Forum Clausthal" der TU Clausthal in seine Leitlinien ein. Nach ihrer Einschätzung ergeben sich als neue wissenschaftliche und gesellschaftliche Herausforderungen: der zunehmende Einfluß der ingenieur- und naturwissenschaftlichen Fachkenntnis in technikbezogenen Entscheidungsfragen, die interdisziplinäre Zusammenarbeit der Ingenieur- und Naturwissenschaften mit den Geistes-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften in Fragen komplexer vernetzter Problemstellungen zur Minimierung unerwünschter Nebenwirkungen des Technikeinsatzes, die Behandlung der zukunftsfähigen Technikgestaltung in angemessenen öffentlichen Informationsveranstaltungen.

Nachdem einige Mitglieder des Forum Clausthal im vergangenen Wintersemester erfolgreich ein externes Seminar für Experten, Hochschullehrer und Studenten(-innen) zum Thema Energiepolitik organisiert hatten (siehe hierzu Anlage 2), startete man in diesem Wintersemester, wie bereits eingangs erwähnt, eine Veranstaltungsreihe zum Thema "Sustainable Development" (nachhaltige, dauerhafte Entwicklung) (Anlage 11.2), bei der vorwiegend Angehörige der Clausthaler Institute zusammen mit externen Experten zu Themen referieren, welche Arbeitsgebiete aus dem Lehr- und Forschungsbetrieb der Hochschule betreffen. Die Seminarreihe wird im Sommersemester 1995 fortgesetzt.

Exkursionen

Umspannwerk Münchehof, Netzleitstelle der Licht- und Kraftwerke Harz, Osterode, und Kreismülldeponie Hattorf

Teilnehmer: 11 Studenten der VL "Hochspannungstechnik" und "Elektrische Energieverteilung", SS 94

Hauptschaltleitwarte der PreussenElektra, Lehrte, und Kraftwerk Buschhaus der Braunschweigischen Kohlen-Bergwerke AG, Helmstedt-Offleben

Teilnehmer: 20 Studenten der VL "Elektrizitätswirtschaft", "Elektrische Energieerzeugung" und "Elektrische Energieverteilung", SS 94

Preussag Stahl AG, Salzgitter

Teilnehmer: 25 Studenten der VL "Elektrische Antriebe/Energietechnik" und "Energieelektronik", SS 94

Sommerexkursion Berlin

Teilnehmer: 25 Studenten der VL "Elektrische Antriebe/Energietechnik", "Regelung elektrischer Antriebe", "Energieelektronik" und dem Seminar "Rationelle Energieverwendung"

Gastaufenthalte

Vom 15. August bis zum 8. September diesen Jahres gastierte Prof. Beck in China. Er war einer Einladung des dortigen Kohleministeriums zu einem Gastaufenthalt an die Partnerhochschule in Fuxin gefolgt und hielt dort während dieser Zeit in deutscher Sprache ein vierzehntägiges Seminar zu dem Thema "Stand und Entwicklung der elektrischen Antriebstechnik in Deutschland" ab. Teilnehmer waren Professoren, Dozenten, Assistenten und "Graduate Students" der Hochschule, insgesamt zirka dreißig Teilnehmer. (siehe Anlage 12)

Darüberhinaus wurde eine Kooperation zu dem Thema "Energiesparende umrichter gespeiste Asynchronmaschinen für mittlere Antriebsleistungen" vereinbart. Sie wird voraussichtlich im kommenden Jahr beginnen.

Vom 3. bis 8. November hielt sich Prof. Beck im Rahmen des bestehenden Partnerschaftsvertrages zwischen der AGH Krakau und der TU Clausthal in Polen auf. Grund dieser Reise war neben dem wissenschaftlichen Gedankenaustausch (Vortrag vgl. S. 11, Anlage 13) die Planung zweier EU-Forschungs- und Lehrprojekte. Zusammen mit anderen europäischen Hochschulen (Lodsch, Warschau, Padua/Italien, Koscice/Slowakei) und einer polnischen Firma sind ein KOPERNIKUS- und ein TEMPUS-Projekt in Vorbereitung. Die zugehörigen Anträge sollen im nächsten Jahr eingereicht werden. Ihre Themen werden "Qualität elektrischer Energie" und "Direktumrichterantriebe mit hochdynamischer Rechnersteuerung und aktiver Schwingungsbedämpfung für die Walz- und Hüttenindustrie" sein.

3 Forschungsarbeiten

3.1 Ausbau der Institutseinrichtungen

Im Berichtszeitraum wurden folgende Neuanschaffungen getätigt bzw. in Betrieb genommen:

- * Erweiterung der Rechnerkapazität der 180 kVA/400 V Direktumrichteranlage mit Transputersteuerung (AEG-Logidyn, A 800) zur Reduzierung der Abtastzeit auf $T_A = 1 \text{ ms}$ (Anlage 14 b)
- * Digitales Signalprozessorsystem zum Aufbau eines Drehmomentrechners (TMS 320 C30)
- * vier SUN-SPARC-Workstations für CAD-Poolerweiterung
- * ein SUN-kompatibler Parallelrechner (Axil 311)
- * Rechnergestütztes Meßsystem (Industrie-PC) für breitbandige elektromechanische Meßgrößen (HP-PC-9000, Anlage 14 c)

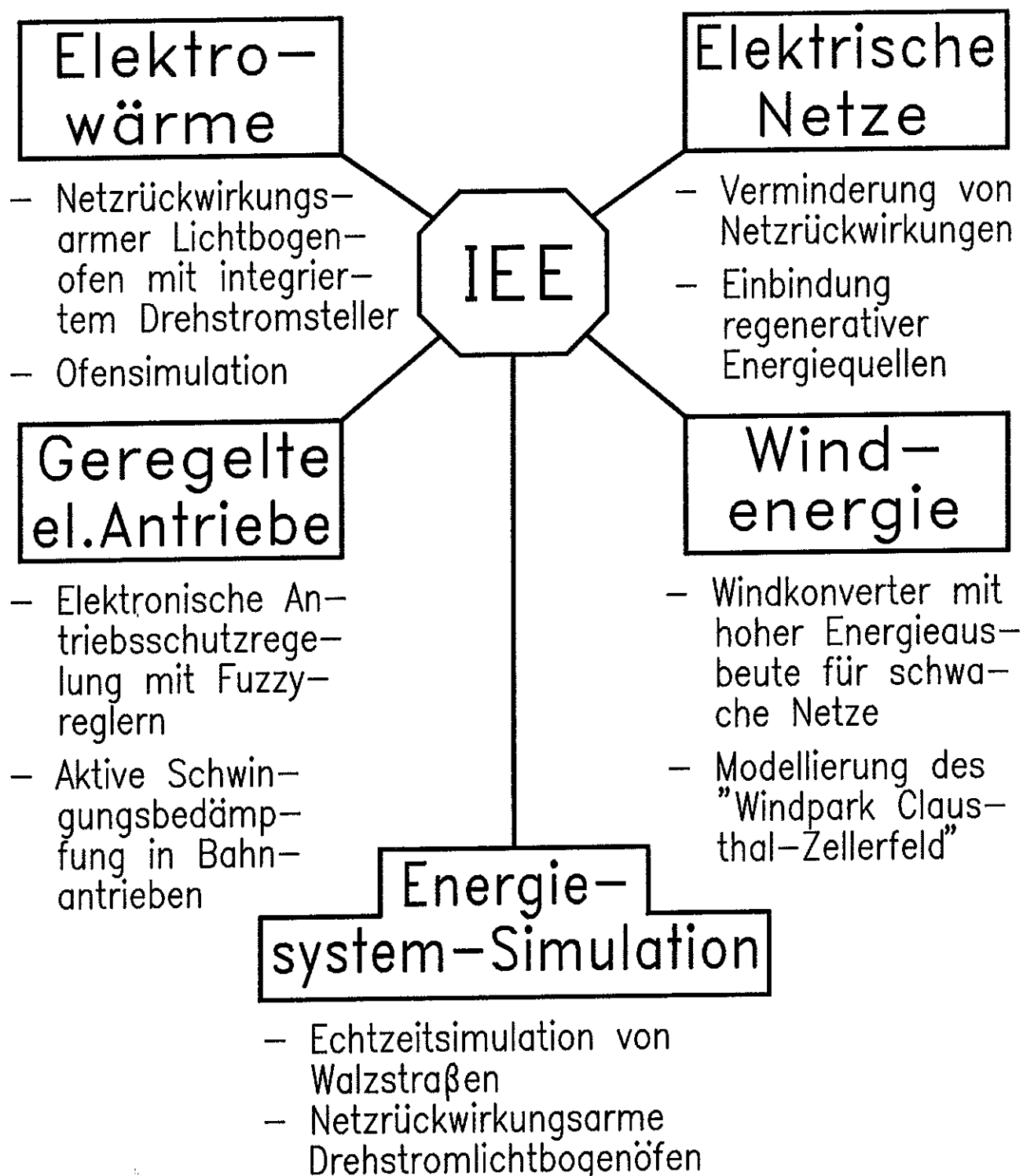
Der CAD/CAE-Pool mit acht NEXT/SUN-SPARC-Workstations für Energie- und Regelsystemsimulationen (Software MATRIX/X), die Workstation "Microvax" (Software NETA-SIM) und einzelne Arbeitsplatzrechner mit P-Spice-, DORA- und Word-Softwarepaketen der wissenschaftlichen Mitarbeiter sind inzwischen vernetzt und über Lichtwellenleiter an das Hochschulnetz angeschlossen (10 Megabit/s). Eine Kommunikation über "Internet" ist nun weltweit möglich.

Auch Fachstudenten im Hauptstudium haben die Möglichkeit, den CAD-Pool des Institutes selbständig zu nutzen. Er wird über eine 10 kVA-USV-Anlage gespeist und steht jeden Tag "rund um die Uhr" zur Verfügung. Besonders die zahlreichen Studien- und Diplomarbeiter schätzen diese "Öffnungszeiten"!

3.2 Projektblätter

Die folgende Übersicht und die sich anschließenden neuen bzw. aktualisierten Kurzbeschreibungen der von den wissenschaftlichen Mitarbeitern durchgeführten Forschungstätigkeiten geben Auskunft über den derzeitigen Stand der laufenden Projekte des Institutes.

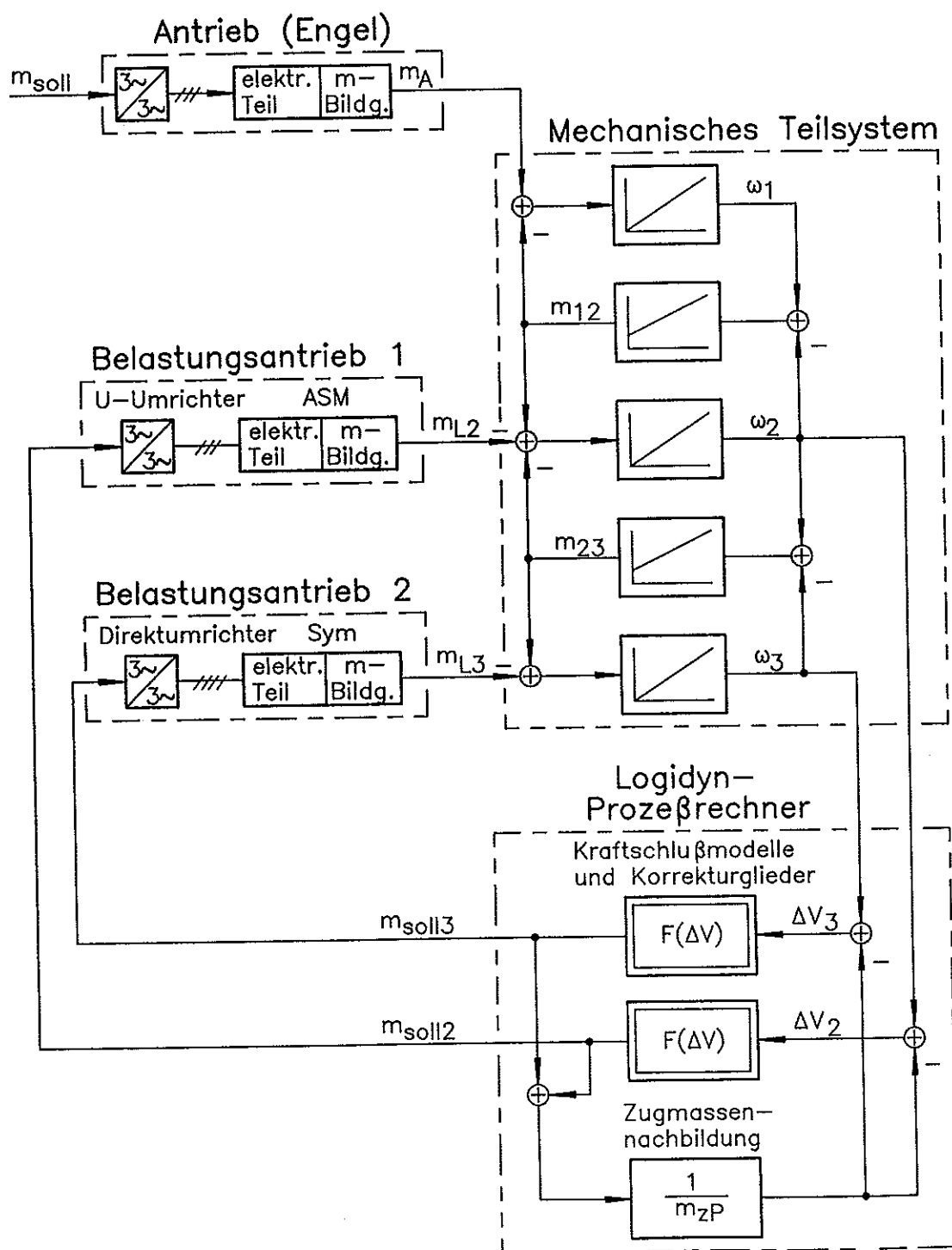
Forschungsschwerpunkte des Instituts für Elektrische Energietechnik





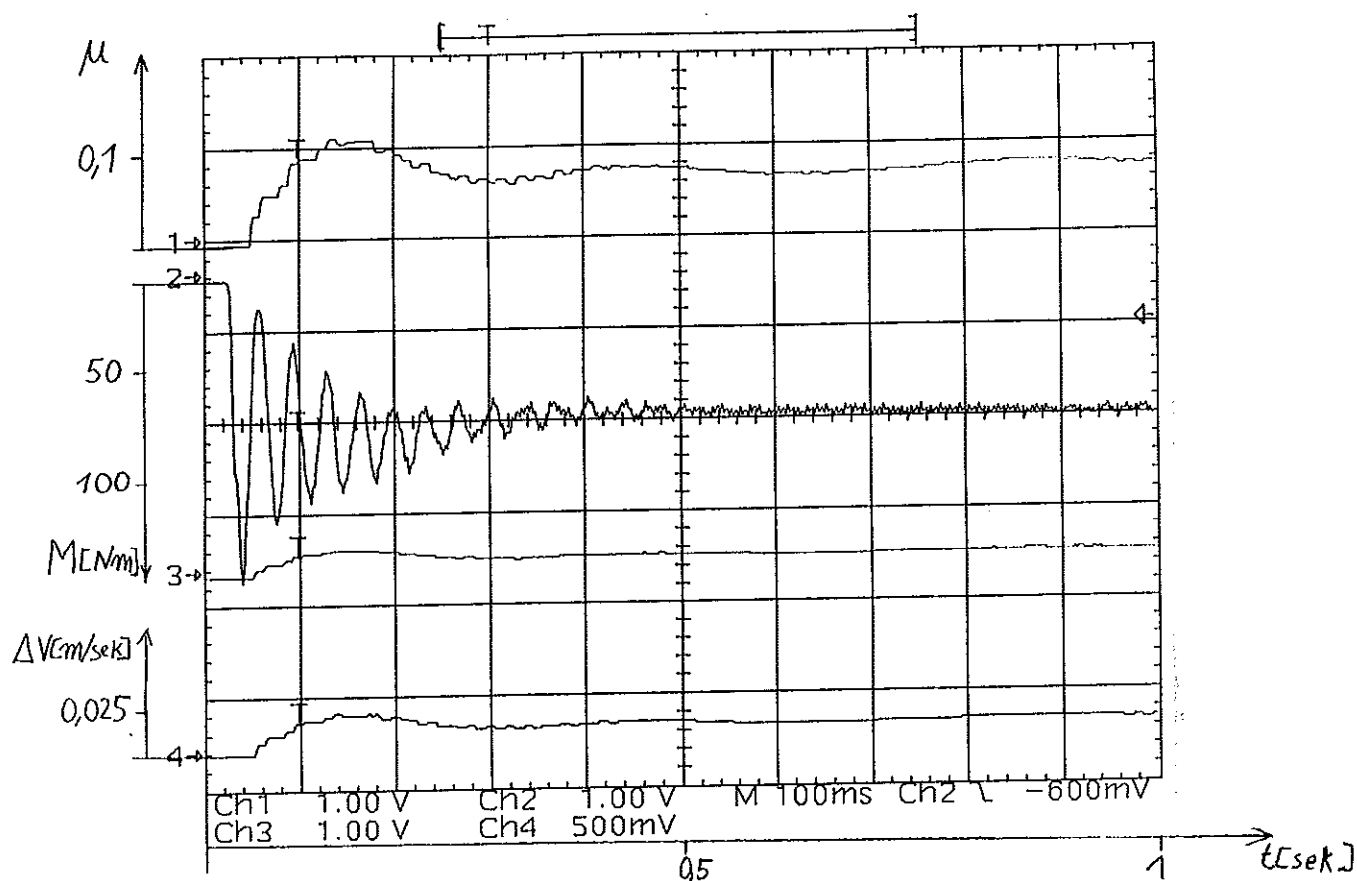
-
- Problem:** Torsionsschwingungen belasten die Antriebsstränge moderner Hochleistungslokomotiven und reduzieren die Lebensdauer der mechanischen Komponenten
- Ziel:** Nachbildung des dynamischen Verhaltens und der Rad-Schiene-Kontakte des Antriebsstranges eines Drehstrom-Bahnantriebes durch einen Prüfstand als Grundlage für Forschungsarbeiten zur Bedämpfung von Torsionsschwingungen bei Bahnantrieben (Zusammenarbeit mit Dipl.-Ing. Engel)
- Stand der Technik:** Siehe Jahresbericht 1992
- Lösungsweg:** Siehe Jahresbericht 1993
- Vorteile angestrebter Lösungen:** Siehe Jahresbericht 1992
- Stand der Untersuchungen:**
- Theoretische Modellbildung und Projektierung des mechanischen Prüfstandsbaus abgeschlossen
 - Aufbau der Prüfstandsmechanik größtenteils abgeschlossen
 - Inbetriebnahme, Untersuchung und Optimierung des Stellgliedes "direktumrichter gespeiste Synchronmaschine"
 - Entwicklung und Simulation eines Konzeptes zur Nachbildung des Rad-Schiene-Kraftschlusses einer elektrischen Lokomotive am Prüfstand
 - Nachbildung eines Rad-Schiene-Kontaktes am Prüfstand durch das Luftspaltnmoment der direktumrichter gespeisten Synchronmaschine
 - Entscheidung zur Erweiterung der Prozeßrechnerhardware am Prüfstand durch ein zusätzliches Transputermodul
- Dokumentation:**
- Auslegung und Projektierung eines Prüfstandes zur Nachbildung des Antriebsstranges einer elektrischen Lokomotive (Studienarbeit, gemeinsame Betreuung mit Dipl.-Ing. Engel)
 - Untersuchung eines Drehstromantriebes mit Direktumrichterspeisung (Diplomarbeit)
 - Konzept zur Nachbildung des Rad-Schiene-Kraftschlusses einer elektrischen Lokomotive an einem Prüfstand (Technischer Bericht)
- Bearbeiter:** Dipl.-Ing. Jürgen Alders (Tel.: 72-2593)
- Datum:** 5.12.1994
-

Projekt: Bahnprüfstand, Lastkollektivminimierte Bahnantriebe



Konzept zur Nachbildung des Rad-Schiene-Kraftschlusses einer elektrischen Lokomotive am Prüfstand

Projekt: Bahnprüfstand, Lastkollektivminimierte Bahnantriebe



Am Bahnprüfstand des IEE im Modellmaßstab 1:100 verkleinert nachgebildeter Anfahrvorgang einer elektrischen Lokomotive:

Kanal 1: Kraftschlußbeiwert

Kanal 2: Wellenmoment in der "Hohlwelle" (Zwischenwelle 1 des Prüfstandes) in Nm

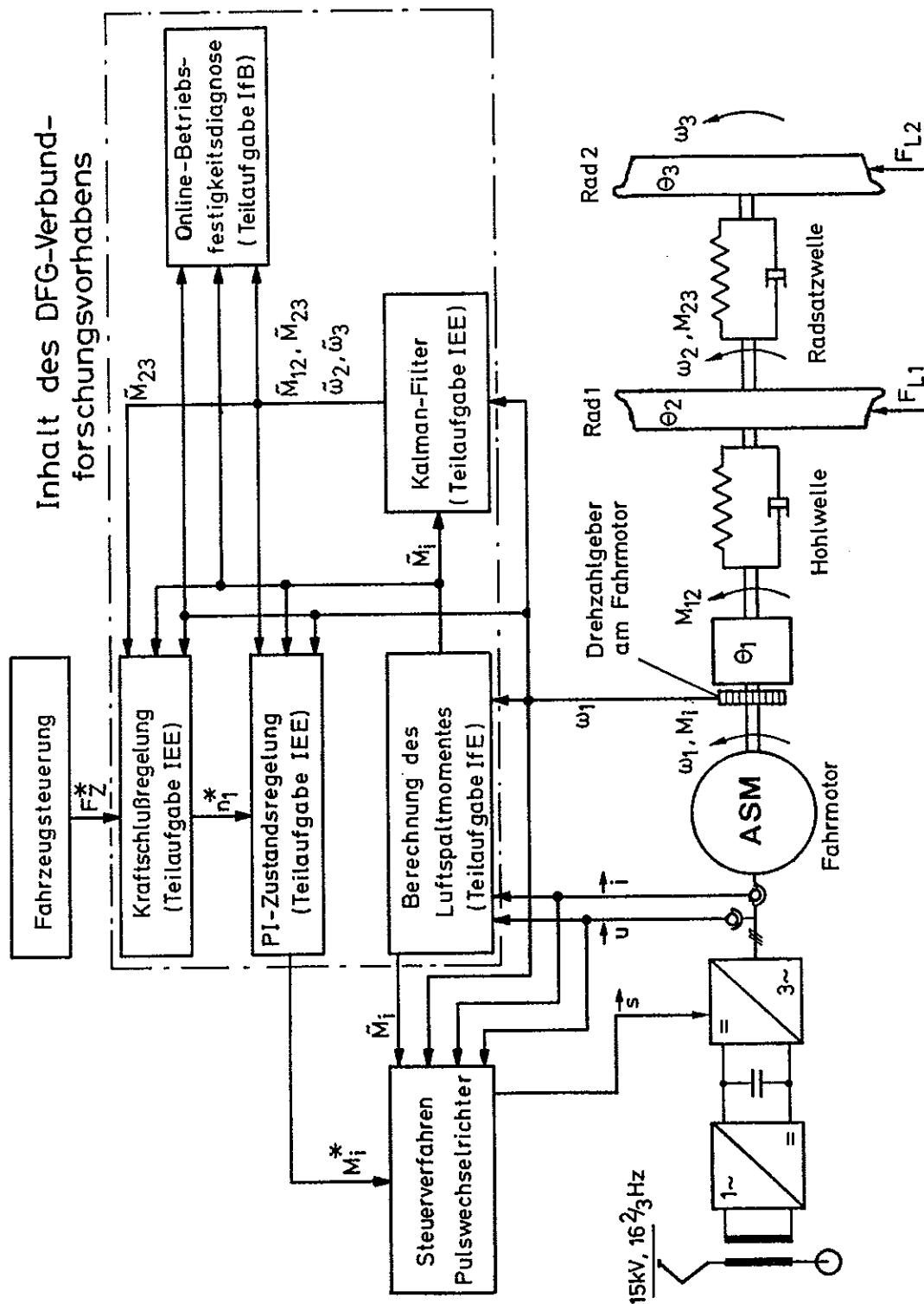
Kanal 4: Differenzgeschwindigkeit zwischen Rad und Schiene in m/sek

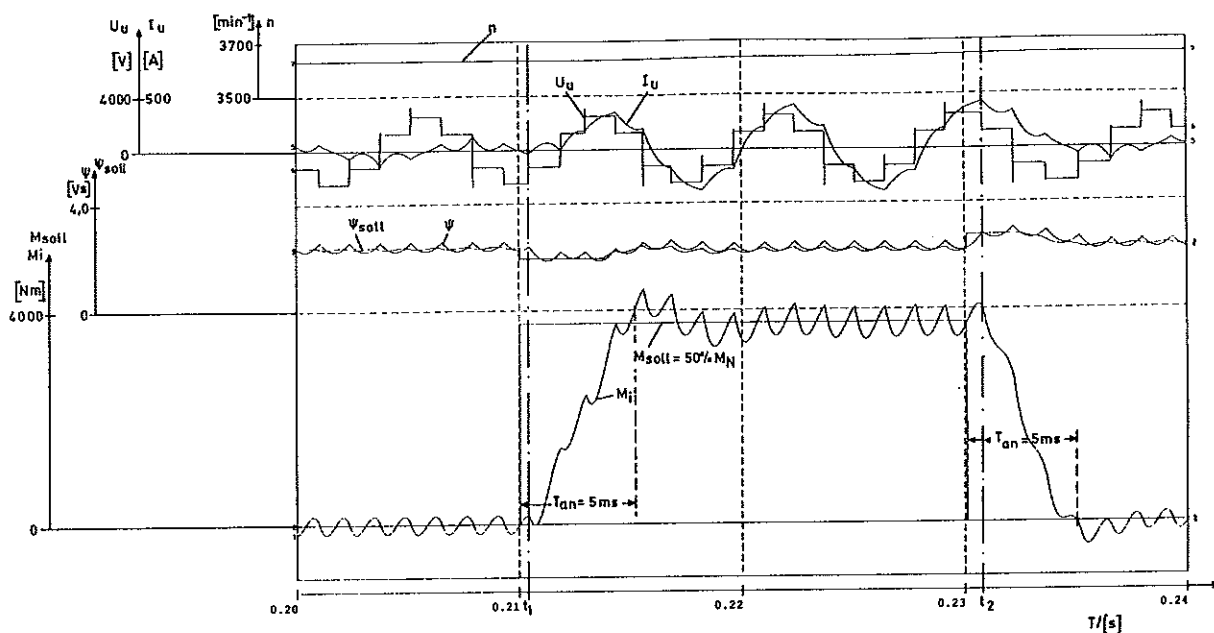
Zeitablenkung: 100ms/Div



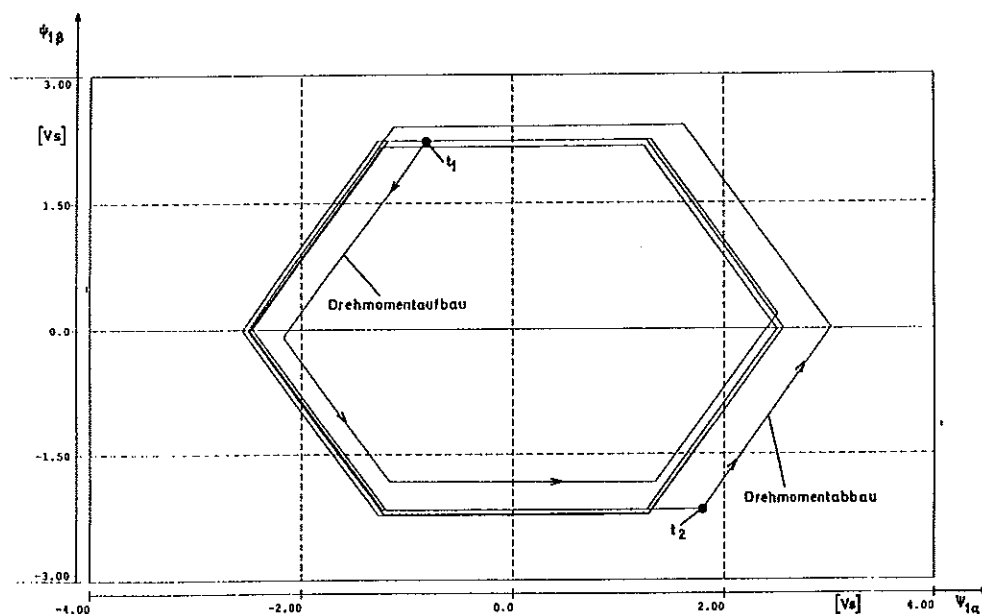
Problem:	Im Antriebsstrang elektrischer Grenzleistungslokomotiven kommt es zu Torsionsschwingungen, die die Lebensdauer der mechanischen Komponenten herabsetzen.
Ziel:	Minimierung der Lastkollektive bei Bahnantrieben durch aktive Bedämpfung der Torsionsschwingungen mittels digitaler PI-Zustandsregelung mit Kalman-Filter (Zusammenarbeit mit Dipl.-Ing. Alders und Prof. Beckert, TU Bergakademie Freiberg).
Stand der Technik und Lösungsweg	siehe Institutsbericht 1992
Bisherige Ergebnisse:	<ul style="list-style-type: none"> - Das integrale Regelkonzept, bestehend aus PI-Zustandsregelung und Kalman-Filter, wurde in MATRIXx simuliert und eine deutliche Bedämpfungen der Torsionsschwingungen festgestellt. - Durch NETASIM-Simulationen konnte nachgewiesen werden, daß ein GTO-Wechselrichter hoher Leistung auch im Feldschwäcbereich durch ein geeignetes Steuerverfahren (Feldschwäch-DSR) ein hochdynamisches Verhalten besitzt (Drehmomentanregelzeit ca. 5ms). - Ein neuer IGBT-Pulswechselrichters mit sehr schneller Drehmomentanregelzeit ($< 5\text{ms}$) wurde in Betrieb genommen und getestet. - Das Transputersystems wurde in Betrieb genommen, eine serielle Kommunikation zwischen Transputersystem und Umrichter über Lichtwellenleiter mit 230 kBaud geschaffen und dann eine einschleifige Drehzahlregelung und verschiedene Drehmomentsteuerungen auf dem Transputer in C programmiert. - Es wurde zusammen mit Prof. Beck ein Patent angemeldet (s. Anhang) - Es wurde ein DFG-Fortsetzungsantrag mit Arbeitsbericht erstellt. - Außerdem wurden 1994 zu diesem Projekt die folgenden internen Schriften erstellt: <ul style="list-style-type: none"> · Engel: "Leerlauf- und Kurzschlußversuch zur Bestimmung der Parameter des 18,5kW-Asynchronkäfigläufermotors", TN En 1/94 · Engel: "Neues Konzept zur Regelung von Antriebssträngen mit schwingungsfähiger Mechanik bei elektrischen Triebfahrzeugen" TN En 2/94 · Engel, Pißowotzki: "Simulation eines pulswechselrichtergespeisten Asynchronbahnmotors mit einem hochdynamischen Steuerverfahren" TN En/Pi 3/94 · Chen: "Entwurf und Simulation einer Wellenmomentregelung mit geschätzten Zustandsgrößen", Studienarbeit
Voraussichtliches Ende:	1996
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Engel (Tel.: 72-2592)

Datum: 1.12.94





- a) Zeitverläufe der Drehzahl n , der Strangspannung u_u , des Strangstromes i_u , der Soll- und Istwerte des Ständerflusses (Ψ_{soll} , Ψ) sowie des Luftspaltmomentes (M_{soll} , M_i) bei Sollwertsprüngen zu den Zeitpunkten t_1 und t_2 bei etwa doppelter Nenndrehzahl.



- b) Trajektorie des Ständerflußraumzeigers zu a).

Projekt: Lastkollektivminimierte Bahnantriebe

NETASIM-Simulation der Feldschwäch-DSR mit einem Fahrmotor der BR 120 und einem GTO-Wechselrichter mit 2800V-Zwischenkreisspannung



- Ziel:** Validierung der Methode der Gezielten Eigenwertvorgabe. Die Gezielte Eigenwertvorgabe ist ein heuristisches Verfahren zur Synthese eines Zustandsreglers. Es soll versucht werden, den Entwurf von Zustandsreglern so zu automatisieren, daß eine Selbsteinstellung möglich wird.
- Problem:** Zustandsregelungen sind zwar theoretisch sehr leistungsfähig, ihr Einsatz scheitert in der Praxis aber oft an der schwierigen Handhabbarkeit.
- Lösungsweg:**
- Analytische Qualifizierung des gewünschten Frequenzverhaltens des geregelten Systems.
 - Neue Interpretation des PI-Zustandsregelkonzepts.
 - Erprobung der Methode der Gezielten Eigenwertvorgabe an einem Betriebssystem mit hoher Getriebeübersetzung.
 - Analytische Beschreibung der Robustheitseigenschaften des geregelten Systems zur Synthese eines geeigneten Zustandsreglers.
 - Einsatz eines Zustandsgrößenbeobachters mit zwei Eingangsdrehzahlen.
- Dokumentation:**
- Krüger, M.: Eine anwendungsorientierte Methode zum Entwurf von Zustandsregelungen für elektro-mechanische Hochleistungs-Antriebssysteme.
 - Beck, H.-P.; Krüger, M.; Goslar, M.: Optimierung der Regelung von Drehstromantrieben in der Hüttenindustrie: Von der einschleifigen Drehzahlregelung zur Zustandsregelung mit der Gezielten Eigenwertvorgabe.
- Bearbeiter:** Dipl.-Math. M. Goslar

Datum: 7. Dezember 1994

Projekt: Optimierung der Regelung von Drehstromantrieben in der Hüttenindustrie
Selbsteinstellende Zustandsregelung

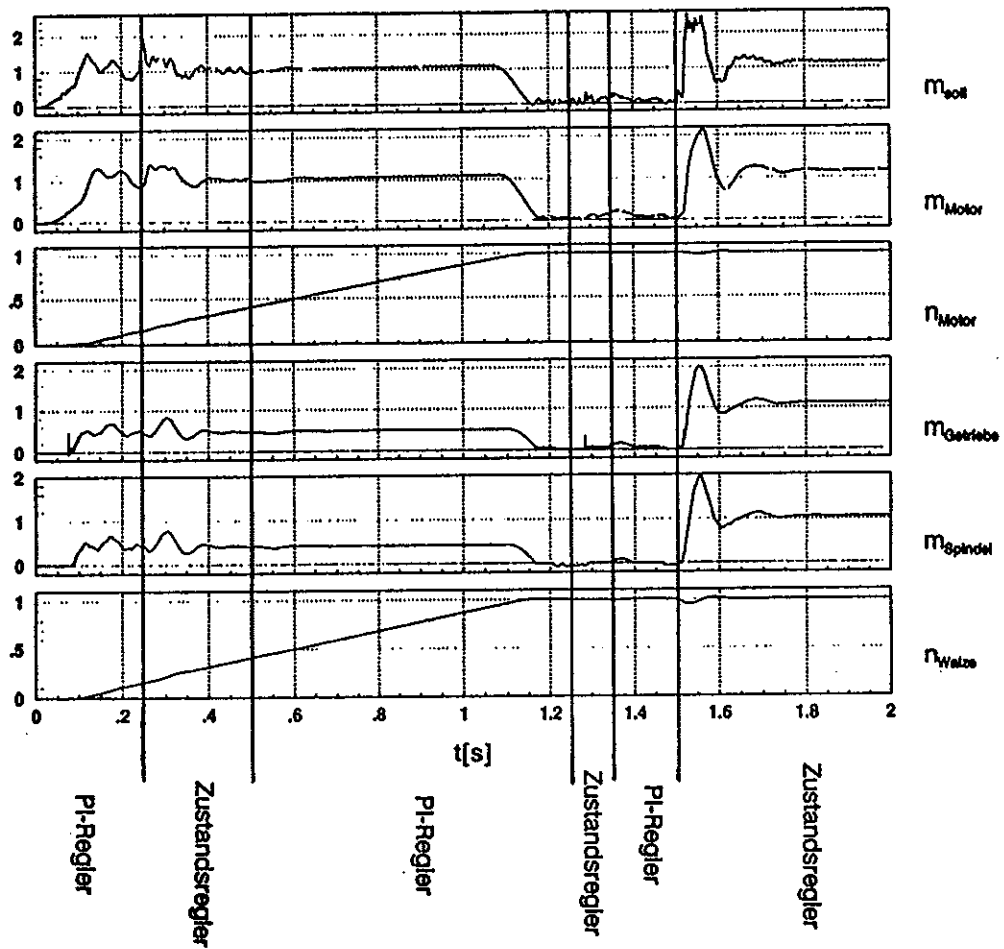


Bild 2: Überprüfung der Online-Umschaltung der Regeldynamik bei einer Teilsimulation eines geregelten Walzvorgangs (Hochlauf, Leerlauf, Lastaufschaltung) an einem vollständigen, nichtlinearen Antriebsstrang. Während der Simulation wurde mehrmals zwischen den Regelkonzepten Gezielte Eigenwertvorgabe und einschleifige, symmetrisch optimierte PI-Regelung der Motordrehzahl umgeschaltet.



- Ziel:** Durch Windenergie gespeiste elektrische Versorgungssysteme mit Asynchrongenerator, beim Betrieb am Leistungsschwachen Netz.
- Problem:** Spannungsschwankungen am Verknüpfungspunkt der WKA, mechanische Belastungen des Antriebsstrangs, niedrige Lebensdauer der Antriebskomponenten
- Lösungsweg:**
- Bedämpfung der elektrischen und mechanischen Schwingungen bei Schaltvorgängen von Windkonvertern am leistungsschwachen Netz mittels Drehstromsteller. Reduzierung der Netzurückwirkungen beim Ein- und Abschalten der WKA.
 - Sanftes Betriebsverhalten des Windkonverters bei Leistungsschwankungen (Windböhen, Turmschatteneffekt), durch ausweichen der Anlage auf höhere Rotordrehzahl.
 - Reduzierung von Netzurückwirkungen durch den Einsatz von Generatoren mit "weichem" Betriebsverhalten.
 - Konzeptentwurf für Modellaufbau des elektromechanischen Antriebsstrangs eines Windkonverters, zur Nachbildung des dynamischen Betriesverhaltens.
 - Realisierung der Drehmomentregelung zur Nachbildung des Rotor-momentes des Windkonverters(Abb. 1).
 - Auslegung der mechanischen Komponenten zur Modellnachbildung des Antriebsstrangs.
- Stand der Untersuchungen:**
- Messungen an einer Windkraftanlage mit Asynchrongenerator im Windpark-Bockswieserhöhe zur Untersuchung des Betriebsverhaltens bzw. Netzurückwirkungen am Netzbetrieb (Abb. 2,3).
 - Modellnachbildung des elektrisch und mechanischen Antriebsstrangs des Windkonverters durch Simulation. Untersuchung des Betriebsverhaltens bei dynamischen Vorgängen.

Bearbeiter: Dipl.-Ing. A. Kanakis (Tel.: 72-3637)

Datum: 7.12.1994

Projekt: AMOEVES

Teilprojekt: Windenergiekonverter mit Asynchrongenerator am leistungsschwachen Netz

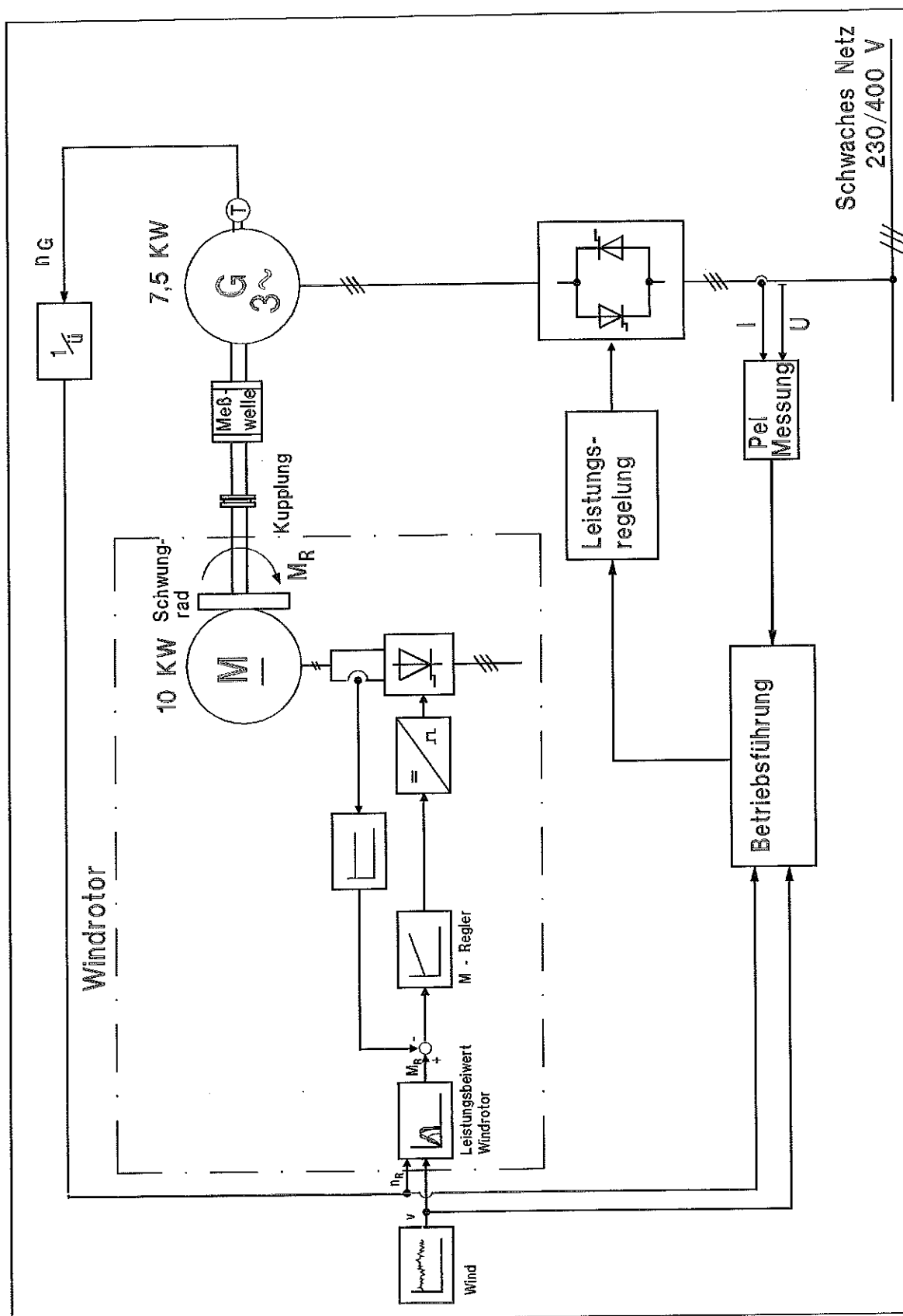


Abb. 1: Nachbildung des Betriebsverhaltens eines WEK mit ASG

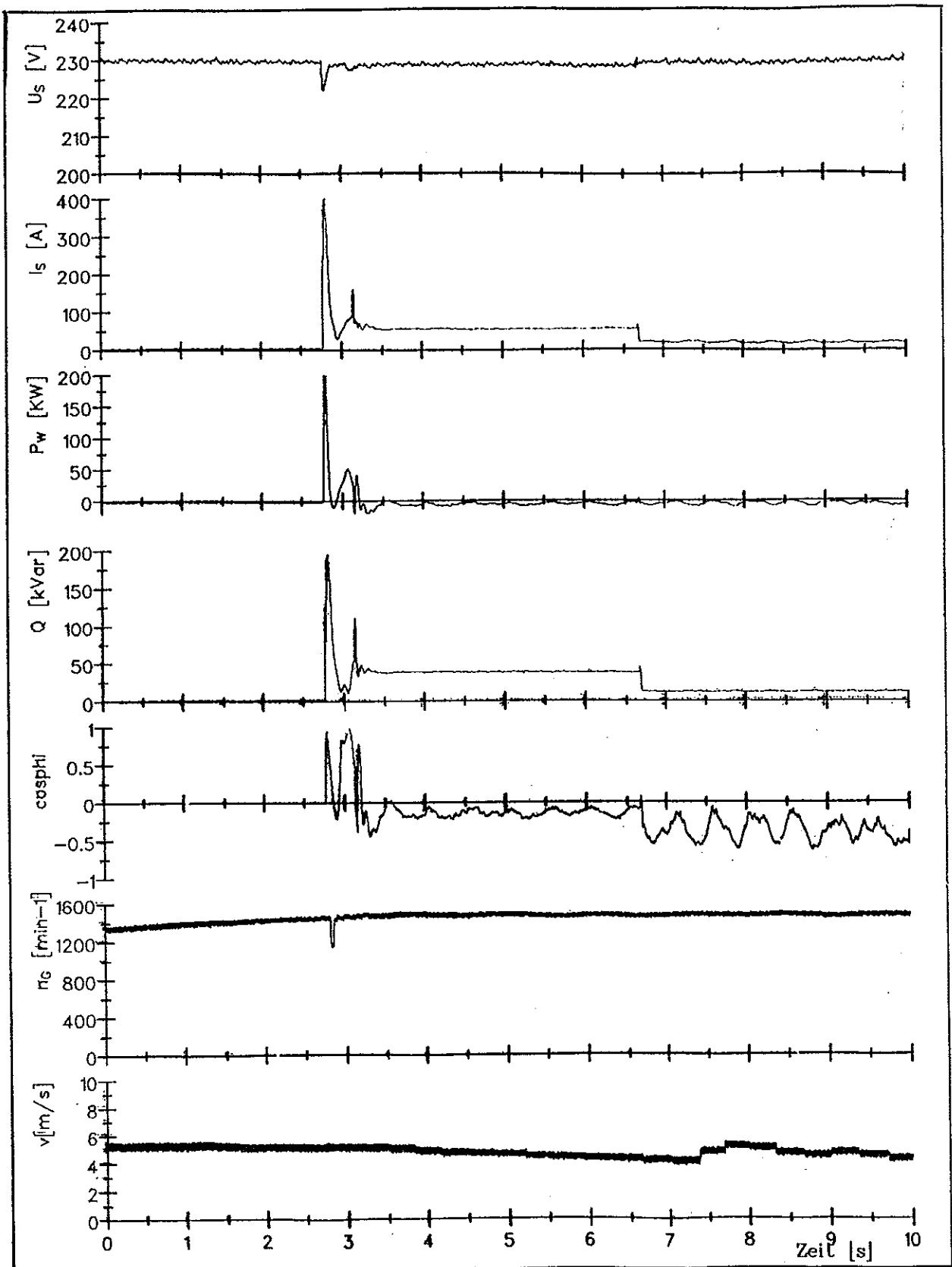


Abb. 2: Aufschaltung einer 20/100 KW Windkraftanlage

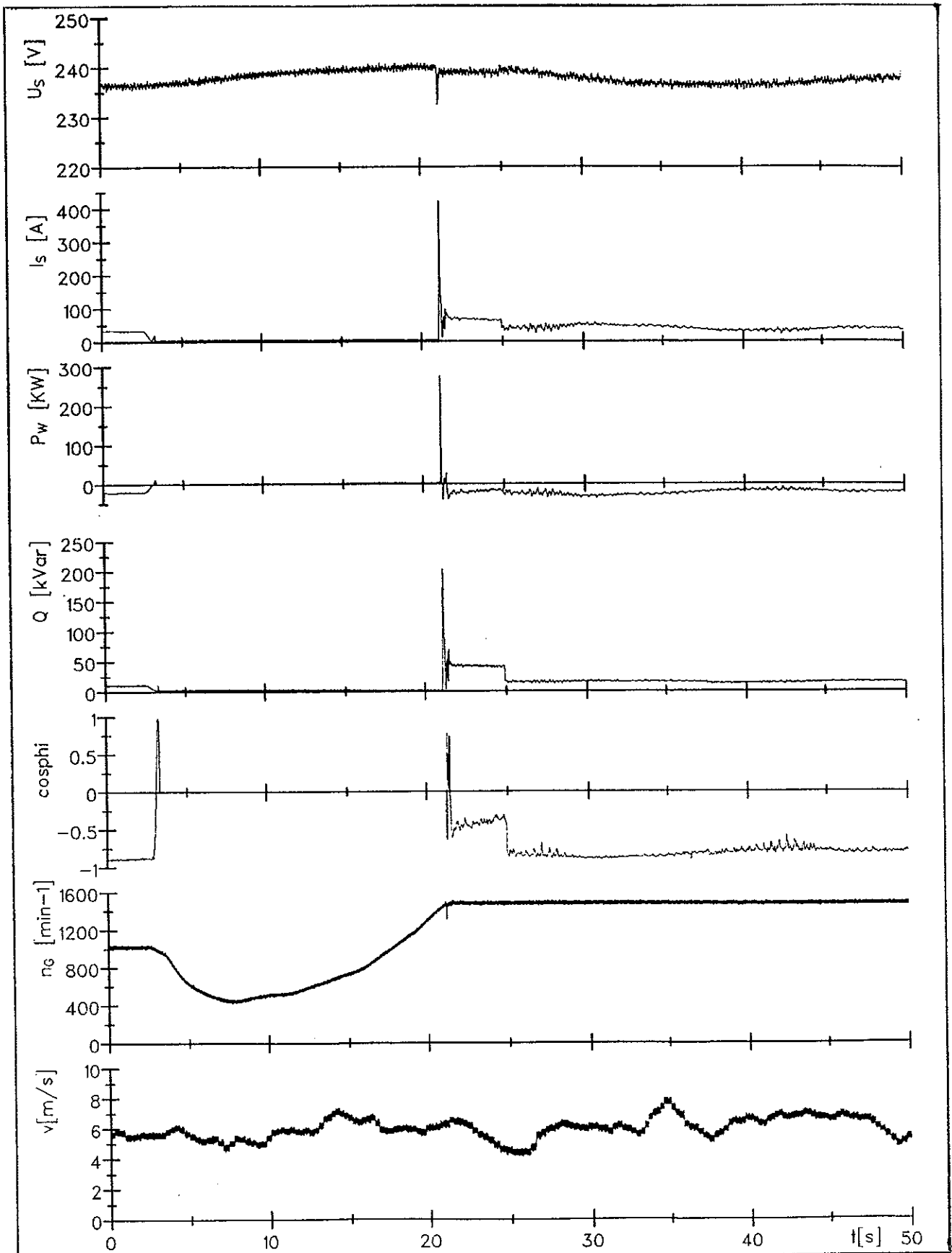


Abb. 3: Umschaltvorgang von der kleinen in die große Generatorstufe gemessen im Windpark Bockswieserhöhe



-
- Problem:** In Schwermaschinen- bzw. verfahrenstechnischen Anlagen führen Blockierungen sowie pendelnde Torsionsmomente in der Antriebswelle in der Regel zu Betriebsstörungen bzw. zu Schäden an der Antriebsanlage und damit zu einer Verringerung der Lebensdauer.
- Ziel:** Die Reduzierung der Lastkollektive in den Antriebssträngen durch eine elektronische Überlastsicherung, einen "Antriebsschutzregler", bzw. einen "Fuzzy-Anlagen-Manager".
- Stand der Technik:** Betriebsstörungen und Belastungen der genannten Art können zu einem vorzeitigen Ausfall/Verschleiß der Maschinenanlage führen. Wartung und Reparatur von Sicherheitskupplungen führen zu Produktionsausfällen.
- Lösungsweg:**
1. Entwicklung eines unkonventionellen Regelkonzeptes für Gleichstromantriebe auf der Basis der Fuzzy-Logik.
 2. Vergleich mit anderen Regelkonzepten (Drehzahlregelung, Zustandsregelung, u.a.).
 3. Simulation dieser Konzepte.
 4. Erstellen eines 85kW-Prüfstandes.
 5. Erprobung des entwickelten Konzeptes am Prüfstand.
- Bisherige Ergebnisse:**
1. Entwicklung/Erprobung unterschiedlicher Regelkonzepte.
 2. Simulationsergebnisse zu den Regelkonzepten.
 3. Antrag bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG gestellt und bewilligt bekommen; Fortsetzungsantrag für das 2. Jahr dto.
-

Projekt: Elektronische Überlastsicherung für Schwermaschinenhauptantriebe, Lebensdauerverlängerung von Antriebskomponenten



Gemeinschaftsvorhaben mit dem Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit (Prof. Zenner) der TU Clausthal.

4. Prüfstand konzipiert und erstellt.
5. Studienarbeiten/Diplomarbeiten auf diesem Gebiet:

"Optimierung eines Gleichstrommaschinenantriebes für einen Prüfstand"

"Mathematisches Praktikum über die Simulation und Optimierung eines Gleichstromantriebes"

"Prinzipien elektrischer und mechanischer Schutzsysteme zur Verhütung von Schäden in Walzwerken"

"Entwicklung einer Lastaufschaltungsvorrichtung für einen Prüfstand"

"Konstruktive Gestaltung der Ansteuerungseinheit einer Impulsbrems-einrichtung zur (gezielten) Momenten-einleitung"

"Simulation des dynamischen Verhaltens eines Antriebsprüfstandes"

"Auslegung eines Zustandsreglers zur Minimierung der Beanspruchungen in der Antriebswelle eines elektrischen Antriebssystems"

"Entwurf und Vergleich von Drehmomentreglern zur aktiven Schwingungsbedämpfung in Antriebswellen"

"Inbetriebnahme eines analogen Drehmomentrechners für fremderregte Gleichstrommaschinen an einem Prüfstand"

**Projekt: Elektronische Überlastsicherung für Schwer-
maschinenhauptantriebe, Lebensdauerverlängerung
von Antriebskomponenten**



6. IEE-interne Technische Notizen Ky/IEE-1
und Ky/IEE-2

7. Veröffentlichungen:

Kayser, Hubert

"Electronic equipment for the prevention of damages in rolling mill systems"

Konferenz "Metal Forming '92"

Krakau, Polen, September 1992

Beck, Hans-Peter; Kayser, Hubert;

Liu, Jiping; Zenner, Harald

"Lebensdauererhöhung von Antriebskomponenten mittels unterschiedlicher Antriebsregelungen"

Tagung "Mechanisch-elektrische Antriebstechnik - Zukunftssicherung durch Systemoptimierung"

VDI-Gesellschaft Entwicklung Konstruktion Vertrieb

Fulda, November 1994

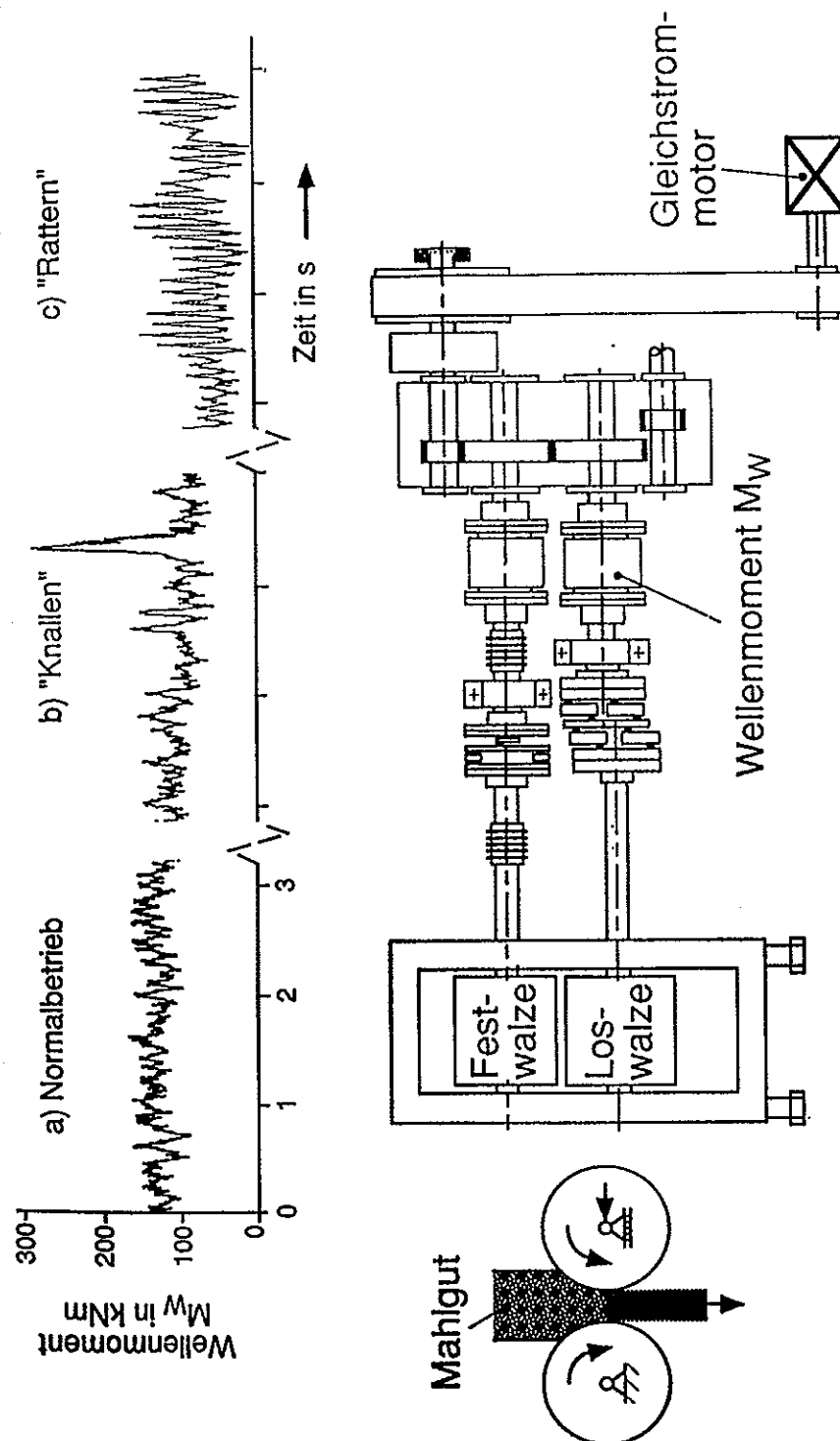
Voraussichtliches Ende: 12/1995

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Hubert Kayser
(Tel.: 72-2572)

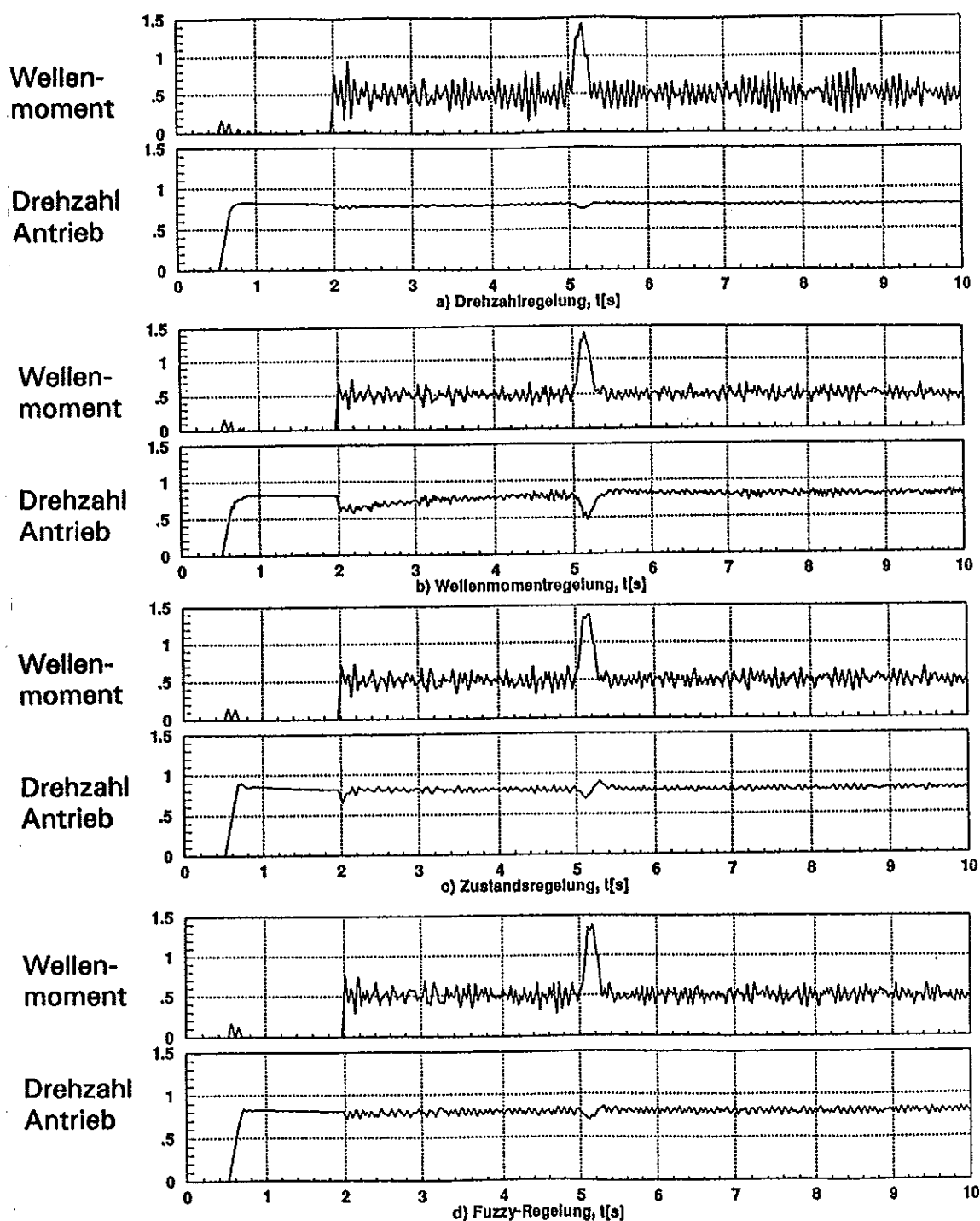
Datum: 05.12.1994

**Projekt: Elektronische Überlastsicherung für Schwer-
maschinenhauptantriebe, Lebensdauerverlängerung
von Antriebskomponenten**



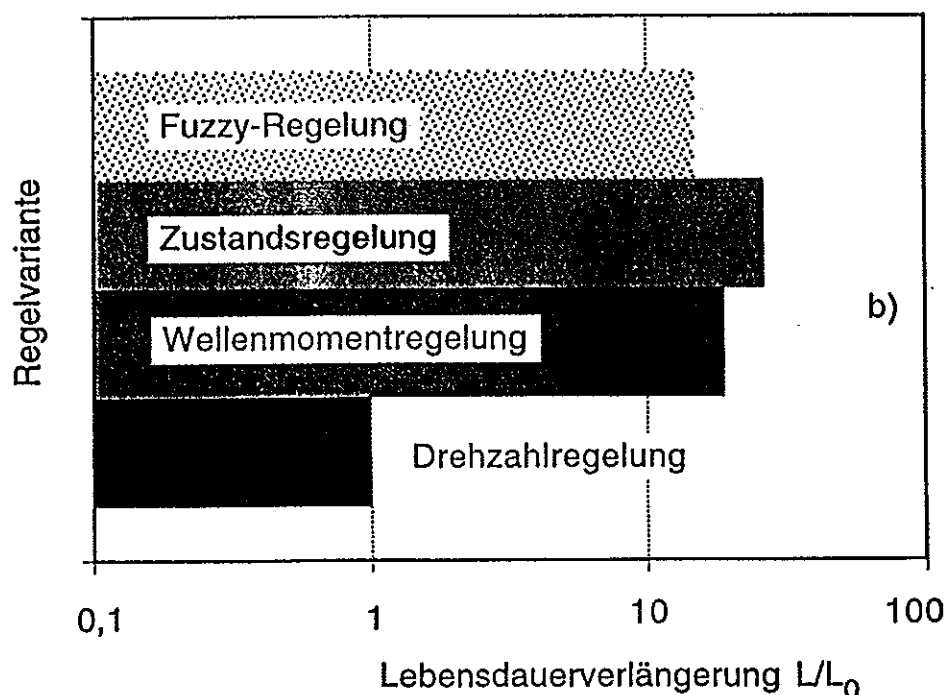
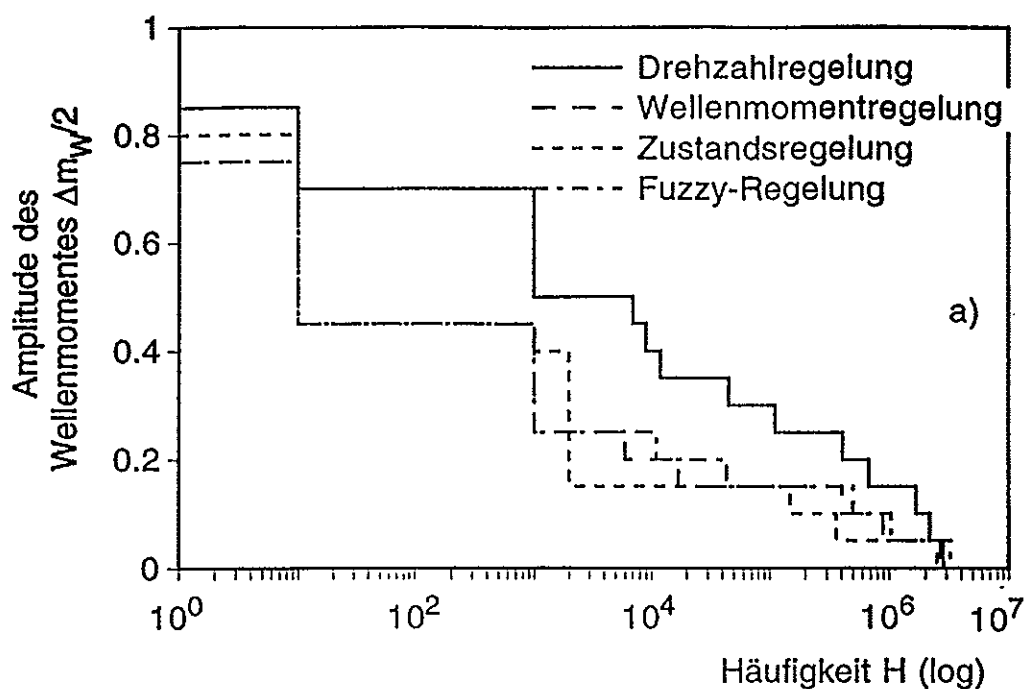
Mechanische Beanspruchung im Antriebssystem Gutbett-Walzenmühle
 schematischer Aufbau einer Gutbett-Walzenmühle

**Projekt: Elektronische Überlastsicherung für Schwer-
 maschinenhauptantriebe, Lebensdauerverlängerung
 von Antriebskomponenten**



Zeitverläufe von Antriebs-Drehzahl und Wellenmoment bei unterschiedlichen Regelkonzepten

**Projekt: Elektronische Überlastsicherung für Schwer-
maschinenhauptantriebe, Lebensdauerverlängerung
von Antriebskomponenten**



Einfluß der Regelkonzepte auf die Lebensdauer der Antriebskomponenten des untersuchten Antriebssystems

**Projekt: Elektronische Überlastsicherung für Schwer-
maschinenhauptantriebe, Lebensdauerverlängerung
von Antriebskomponenten**



Problem:	Untersuchung der möglichen Einsatzbereiche der Echtzeit-Simulation verschiedener Antriebssysteme am Beispiel einer realen technischen Anlage
Stand der Technik:	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Zur Zeit werden Simulationen hauptsächlich in Teilgebieten eingesetzt, z. B. zur Optimierung von Regelkreisen oder zur Bestimmung des dynamischen Verhaltens von Feder-Masse-Systemen, dabei werden fast ausnahmslos Offline-Simulationen durchgeführt ♦ "Prozeßbegleitende" Echtzeitsimulation wird selten bei komplexen Systemen eingesetzt, i. allg. wegen zu geringer Rechengeschwindigkeiten
Arbeitsschritte:	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Offline-Simulation einer realen Anlage zur Abschätzung der erforderlichen Rechenleistungen ♦ Validierung der Simulationsergebnisse durch Vergleich mit Meßdaten des realen Systems (vgl. hierzu Bild 1) ♦ Erarbeiten eines ausbaufähigen Konzeptes für die Soft-/Hardware-Investitionen zur Echtzeit-Simulation ♦ Realisierung des Soft-/Hardware-Konzeptes zur Echtzeit-Simulation ♦ Entwicklung und Untersuchung von Konzepten zur Anwendbarkeit des Echtzeit-Simulators ♦ Erprobung der Konzepte im Online-Betrieb
Ziel:	Einsatz von Echtzeitsimulation im Online-Betrieb zur Prozeßüberwachung und Prozeßsteuerung durch die Einbindung von Diagnose- und Prognoseverfahren aufgrund von Ereignissen im Prozeß
bisherige Ergebnisse, laufende Arbeiten:	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Mit dem gewählten Simulationsmodell wurden umfangreiche Simulationen durchgeführt, um eine Abschätzung über die, für die Echtzeitsimulation erforderlichen Rechenzeitverkürzungen zu erhalten. Dabei wurde festgestellt, daß ein "Speed-Up" von 50 (bezogen auf die Offline-Simulation mittels des Simulationssystems Netasim mit einer SUN-SparcStation 10) allein für die Teilmodelle 'mechanische Antriebsstränge' und 'Walzspaltmodell' erforderlich ist. ♦ Der o. g. Speed-Up zur Echtzeit-Simulation soll durch Parallelisierung erreicht werden. Dabei wird auf eine Durchgängigkeit von der Offline-Simulation zur Online-Simulation geachtet. D. h. vom offline erstellten Simulationsmodell (in der entsprechenden Simulationssprache) wird durch Code-Generierung ein Quellprogramm erzeugt, das nach Erweiterung mit den Parallelisierungsstrukturen auf die echtzeitfähige Rechnerhardware portiert wird. ♦ Für die o. g. Rechnerhardware sind Konzepte für die Beschaffung eines Massiv-Parallel-Rechners (vgl. Bild 3) erarbeitet und ein entsprechender Großgeräteantrag erstellt worden. ♦ Die Verwendbarkeit der erzeugten Quellprogrammcodes der zur Verfügung stehenden Simulationssysteme wurde überprüft. Beim augenblicklichen Kenntnisstand wird für die weiteren Arbeiten der Parallelisierung das AutoCode-Modul aus dem Simulationssystem MatrixX verwendet.



Dokumente:

"Untersuchung zur Drehmomentverteilung an den Antriebsspindeln der Ober- und Unterwalzen ...", Studienarbeit, *IEE* intern
 "Vergleich gemessener und anhand bekannter Walzspaltmodelle gerechneter Walzkräfte und Analyse ...", Diplomarbeit, *IEE* intern
 "Mögliche Anwendungsgebiete für den Einsatz eines Echtzeitsimulators im Bereich des Walzstraßenbetriebs", Technische Notiz, *IEE* intern
 "Untersuchungen zur Validierung eines Walzspaltmodells", Technische Notiz, *IEE* intern
 "Simulation des dynamischen Verhaltens einer zweigerüstigen Walzstraße", Zwischenbericht zur Kooperation mit der Daimler Benz AG

Bearbeitungszeitraum: voraussichtlich bis Ende 1996

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Wolfram Mendt (Tel. 0 53 23 / 72 29 38)

Datum: 5. Dezember 1994

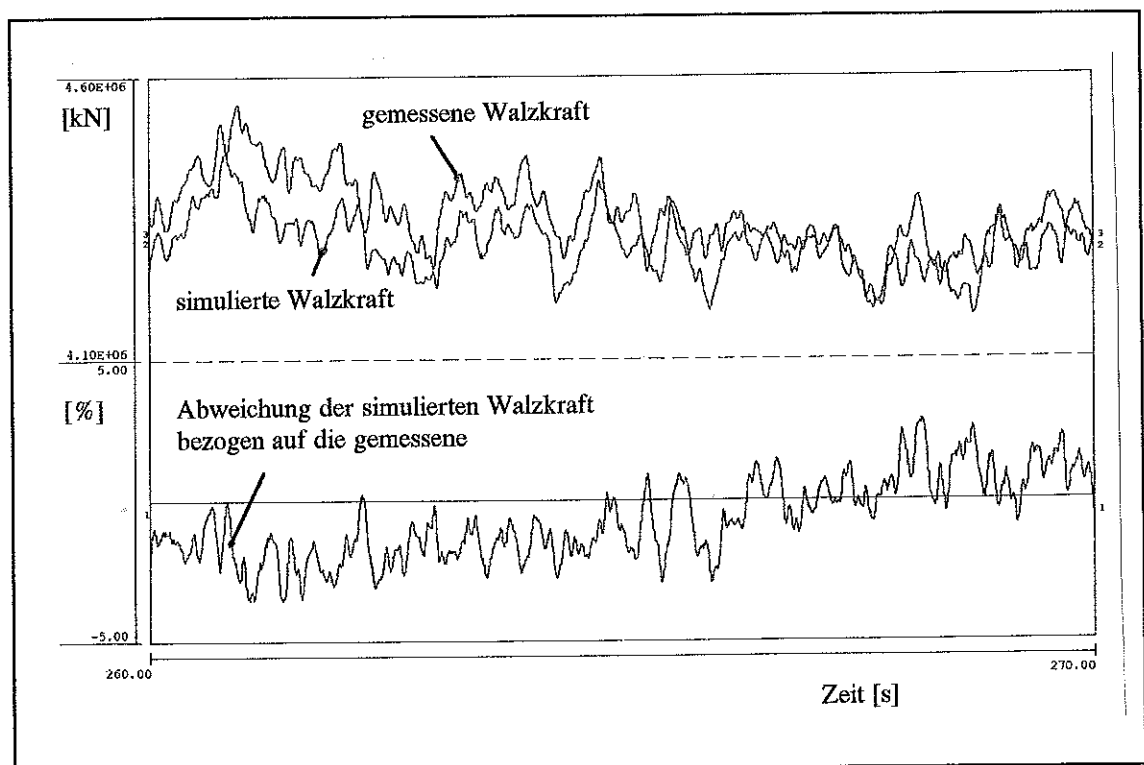


Bild 1: Vergleich der gemessenen und simulierten Walzkraft

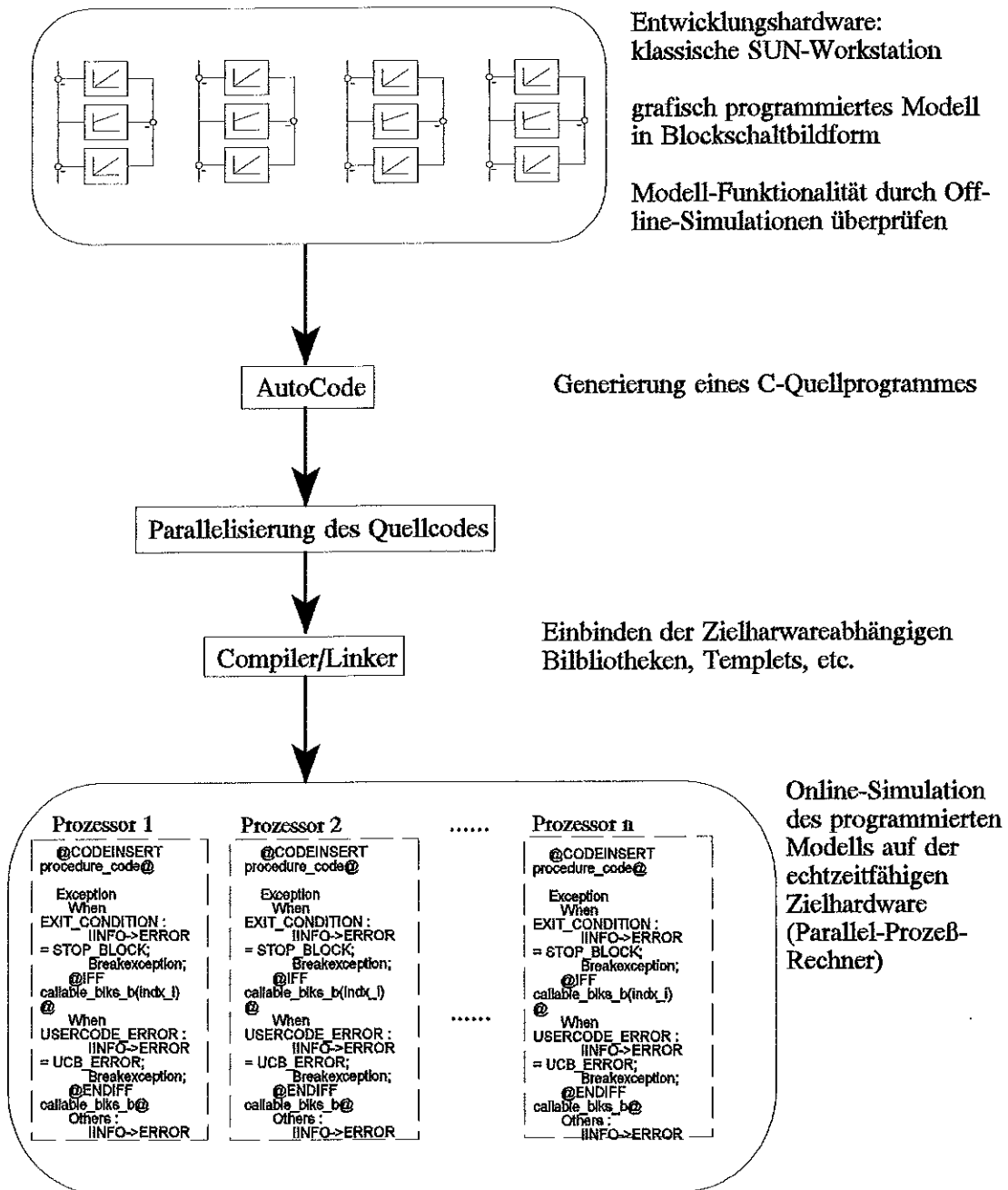


Bild 2: Übergang von der Offline-Simulation zur Online-Simulation

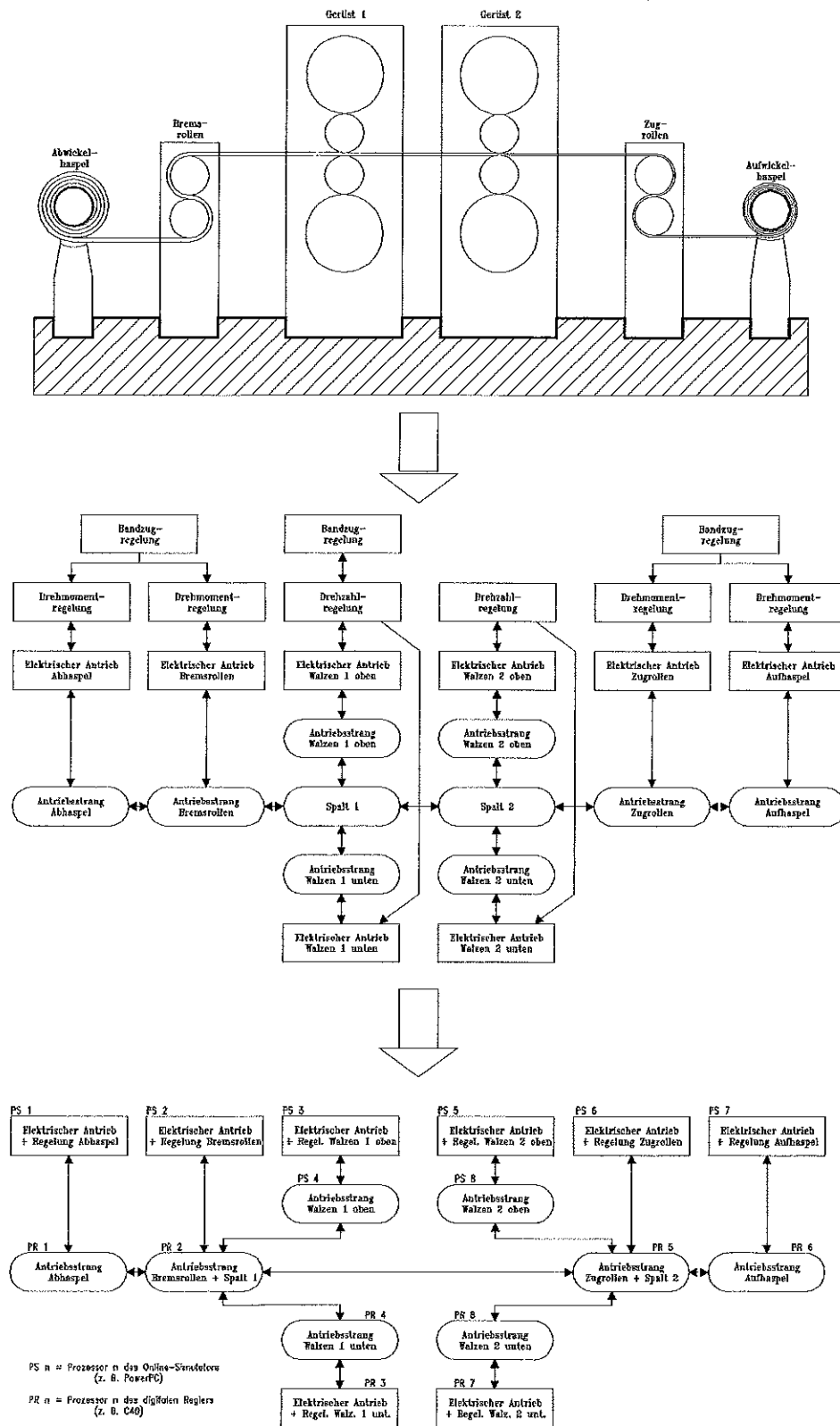


Bild 3: Übergang von der realen Anlage zur Struktur des Parallel-Prozeß-Rechners



- Problem:** Windenergienutzung zur Versorgung von leistungsschwachen (Leistungsverhältniss $S_{KV}/S_{A,nenn} \leq 20$) Netzen, besonders an abgelegenen Standorten mit guten Windverhältnissen, oder zur autonomen Inselnetzversorgung
- Lösungsweg:**
- Optimale Energieausbeute durch den Einsatz von drehzahlvariablen Windenergiekonvertern (WEK)
 - Ausnutzung der Energiespeichereigenschaften der Rotor-Massen mit Hilfe geeigneter Leistungsregelverfahren zur Verminderung der windbedingten Leistungsschwangungen
 - Vermeidung der drehzahlabhängigen zwischenharmonischen Stromüberschwingungen durch geeigneten Zwischenkreisfilter
- Prüfstand:**
- Nachbildung der Winddynamik mittels Mikrokontrollers für beliebige Standorte durch on-line Parameter-Eingabe
 - Echtzeitsimulation des Betriebsverhaltens von Windrotoren und Bereitstellung des Drehmomentes des simulierten Rotors an der Welle des Generators durch eine drehmomentgeregelte Gleichstrommaschine
 - Realisierung des Grundkonzeptes für eine Drehzahl- bzw. Leistungsregelung nach einem Zwei-Stellgrößen-Verfahren; dadurch hohe Regeldynamik bei breitem Stellbereich
 - Betriebsführung ermöglicht die Realisierung und Erprobung verschiedener Leistungsregelverfahren
- Ergebnisse:**
- Windbedingte Leistungsschwangungen soweit gedämpft, daß die dadurch entstehende Spannungsschwankungen nicht zu Flicker-Effekte führen können.
 - Zwischenharmonische Stromüberschwingungen am Ort der Entstehung (Zwischenkreis) mittels eines Kondensatorfilters soweit unterdrückt, daß die dadurch hervorgerufene Spannungszwischenharmonische unter der vorgeschriebenen Grenzwerte geblieben sind
- Dokumentation:** - Windenergiekonverter mit maximaler Energieausbeute am leistungsschwachen Netz (Dissertation erscheint in Februar '95) vgl. auch Anlage 14
- Bearbeiter :** Dipl.-Ing. Constantis Sourkounis (Tel: 72-2594)

Datum: 12.12.94

Projekt: AMOEVES (Autonome Modulare Energieversorgungssysteme)
Teilprojekt: Drehzahlvariable Windenergiekonverter am leistungsschwachen Netz

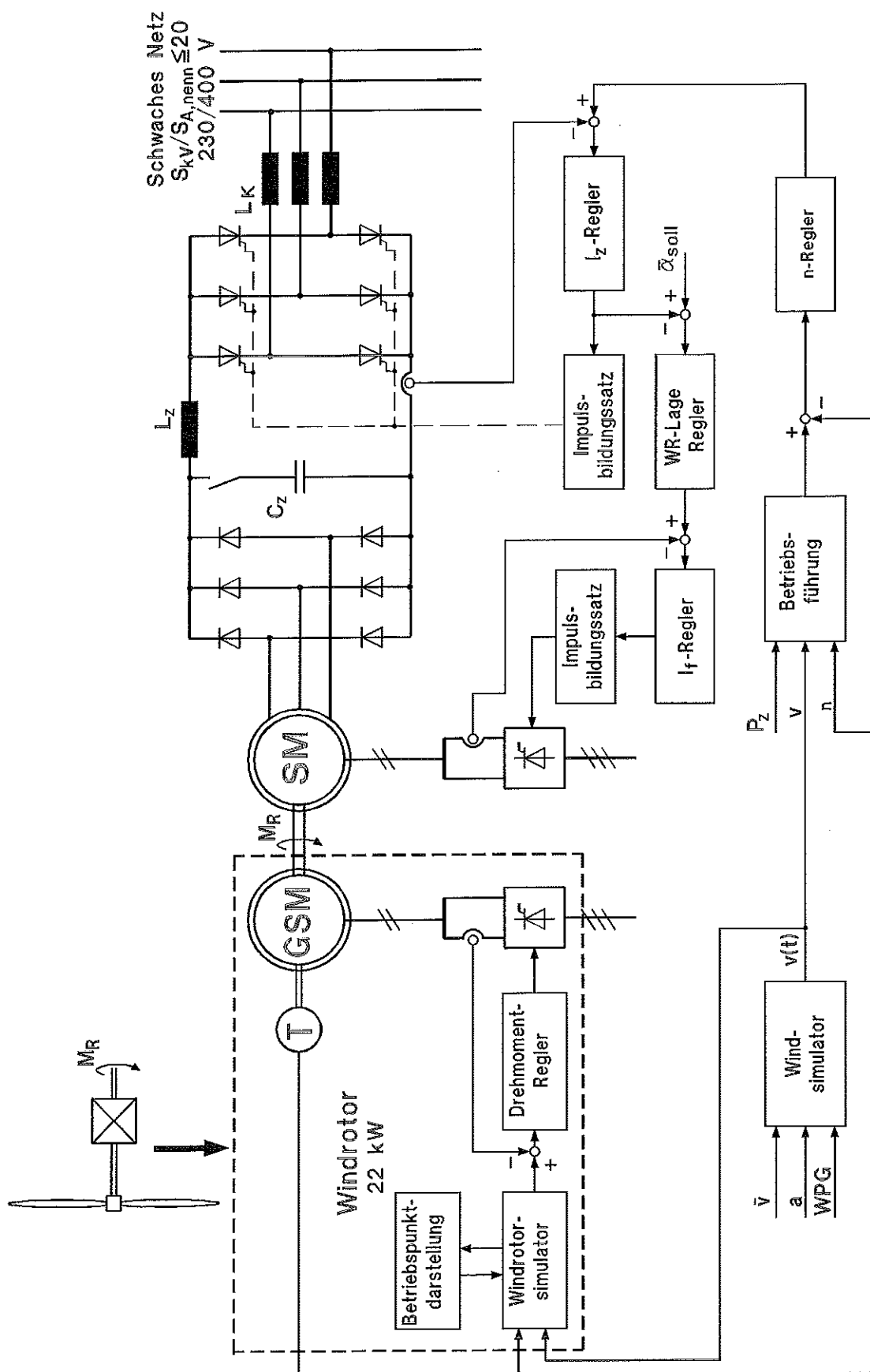


Abb. 1 Prinzipieller Prüfstandaufbau

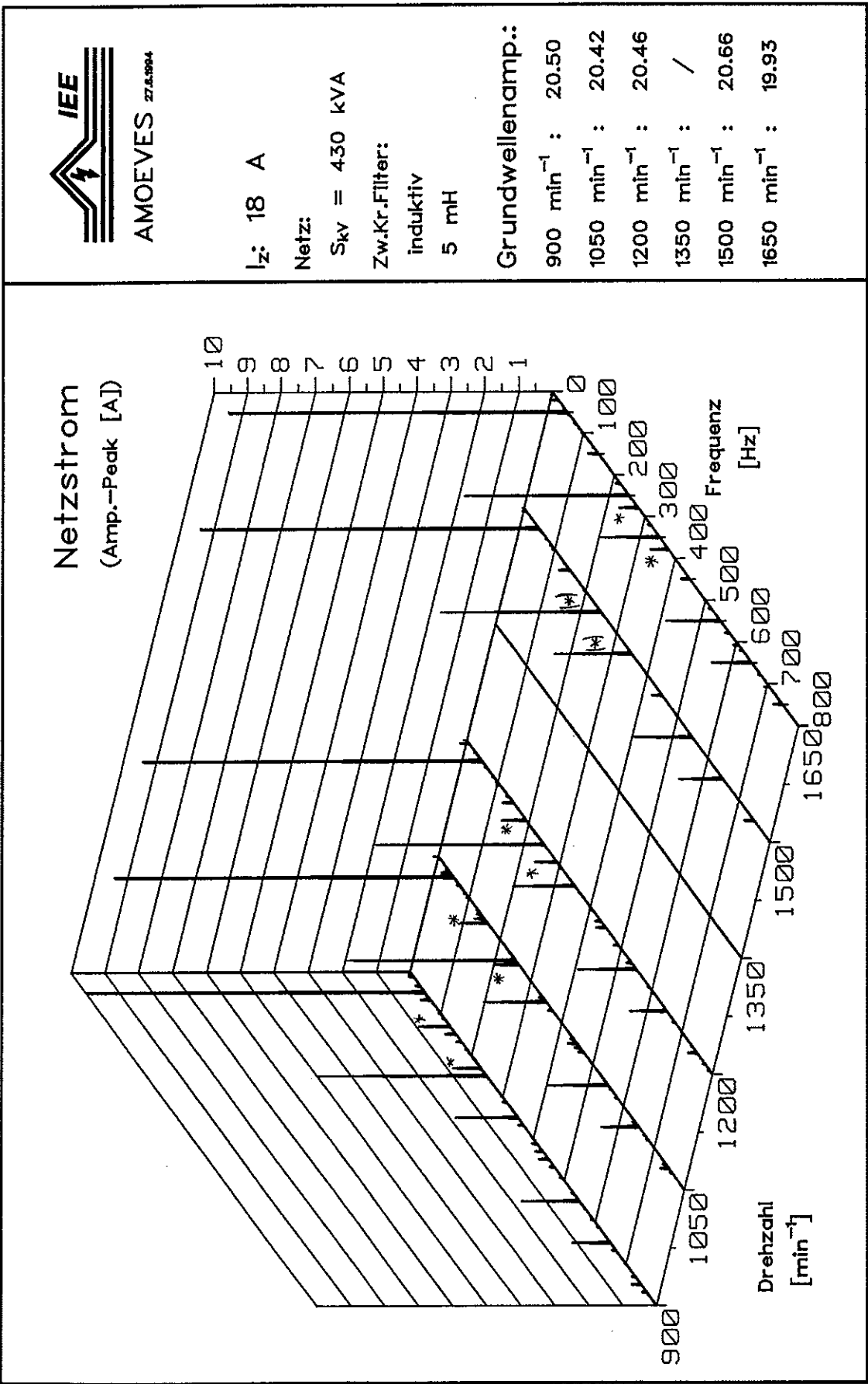


Abb. 2: Frequenzspektren des Netzstromes bei induktivem Zwischenkreisfilter (mit * sind die "Zwischenharmonischen" gekennzeichnet)

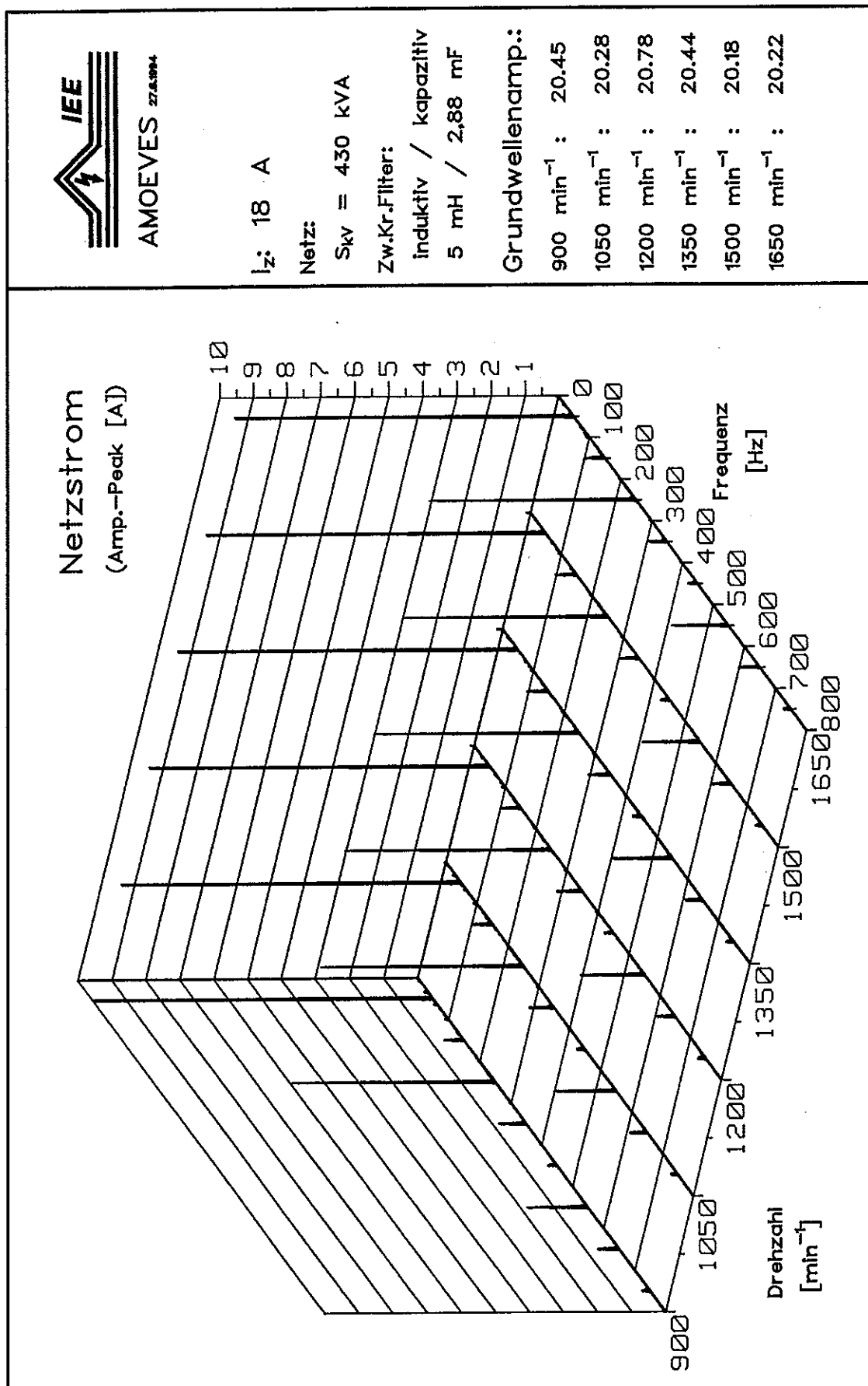


Abb. 3: Frequenzspektren des Netzstromes bei kapazitiv-induktivem Zwischenkreisfilter ("Zwischenharmonische" nicht mehr erkennbar)



- Ziel:**
- Maschinengeführte Stromrichterspeisung von Reluktanzmaschinen (bisher Einsatz des aufwendigen klassischen Stromrichters (s. Bild 1))
 - Reduzierung des Stromrichteraufwandes bei vermindertem Blindleistungsbedarf
 - Verminderung der Wicklungsbelastung
 - Verbesserung des Wirkungsgrades
 - bessere Maschinen- und Stromrichterausnutzung
- Problem:**
- Neuartige Transversalflußmaschine mit noch nicht vollständig bekanntem math. Maschinenmodell
- Lösungsweg:**
- Beurteilung verschiedener bereits bekannter und neuartiger Schaltungskonzepte zur Festlegung einer optimalen Lösungsvariante
 - Erstellung und Realisierung eines neuen Lösungskonzeptes für den Stromrichter-Leistungsteil als "Kommutierungskonverter" (s. Bild 2)
 - Anpassung der Regel- und Steuereinrichtung an die Forderungen des Leistungsteil-Prototyps
- Prüfstand:**
- Klassischer Maschinenstromrichter mit dem Spannungszwischenkreis zur Untersuchung des Betriebsverhaltens des Prototyps der Reluktanzmaschine (vierphasige Ausführung der elektrisch erregten Transversalflußmaschine)
 - Implementierung und Untersuchung des neuen Stromrichters nach Bild 2 in Planung
- Stand der Untersuchungen:**
- Parametermessungen an einem Prototyp am Prüfstand (s. Bild 3)
 - Erstellung des Simulationsmodells und math. Maschinenmodells und Untersuchung verschiedener Varianten von Stromrichterschaltungen mittels Simulation
 - Erstellung des neuen Schaltungskonzeptes mit der zugehörigen Steuerlogik und Überprüfung durch einschlägige Simulationsrechnungen
- Dokumentation:**
- Vorstellung verschiedener implementierbarer Schaltungsvarianten für den Leistungsteil einer vierphasigen Reluktanzmaschine (IEE-Technische Notiz: TA/0393)
 - Simulation von Leistungs- und Steuerungsteil einer Phase der Reluktanzmaschine (IEE-Technische Notiz: TA/0793)
 - Schaltungssimulation verschiedener Leistungsteilkonfigurationen für eine vierphasige Reluktanzmaschine (IEE-Technischer Bericht: TA/0394)

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Pascha Tavana-Nejad (Tel: 72-3821)

Datum: 07.12.94

Titel: Stromrichterspeisung neuartiger Reluktanzmotoren mit beidseitiger Polausprägung

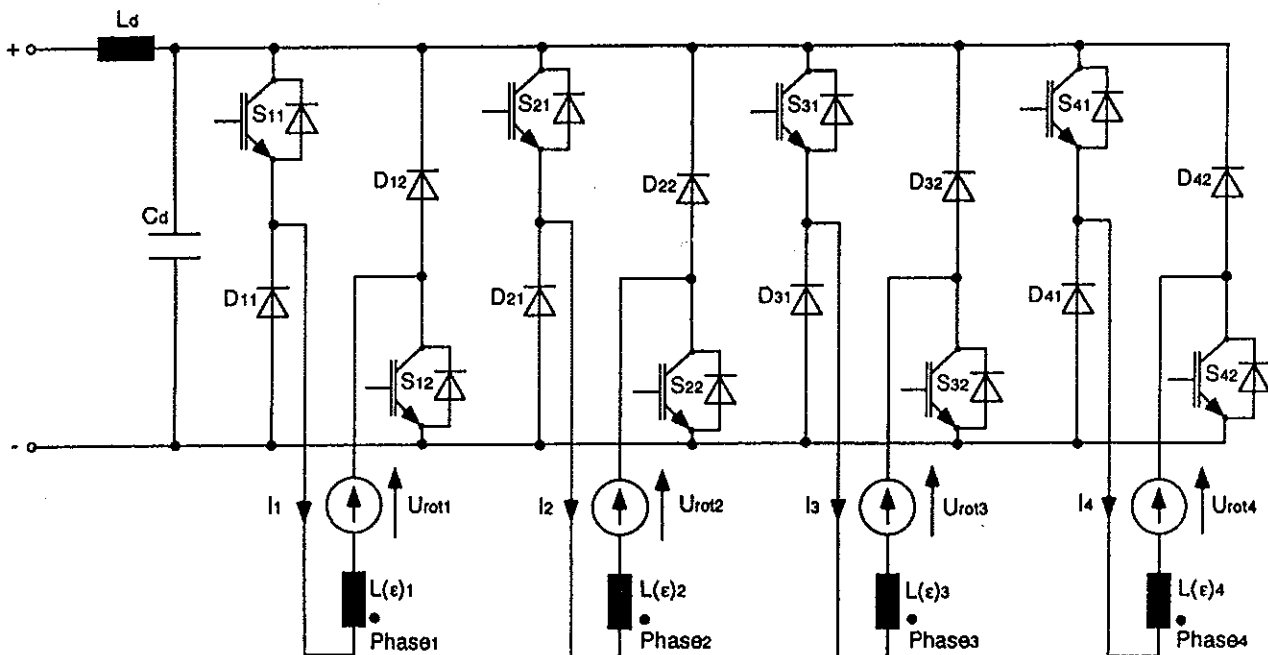
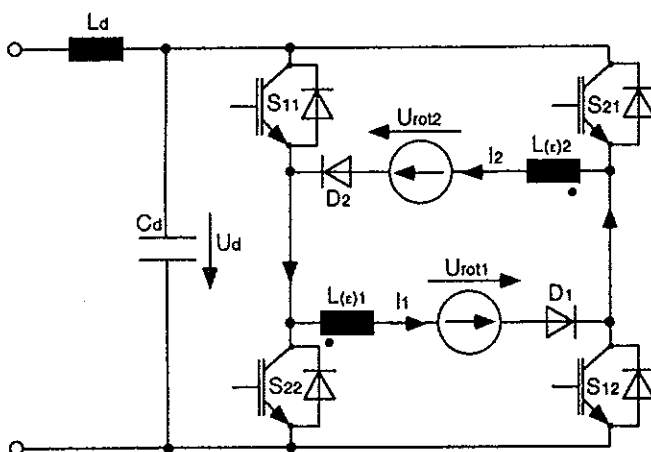
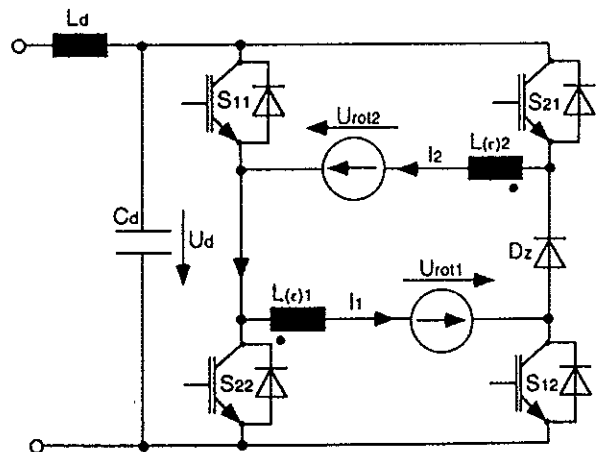


Bild 1: Die bereits bestehende Schaltung des Leistungsteils der vierphasigen Reluktanzmaschine ("Classic Inverter")



a) Variante I



b) Variante II

Bild 2: Ausführungsformen des Kommutierungskonverters
(Schaltung für jeweils zwei 180° versetzte Maschinenstränge)
a) Variante I mit "Strangdioden"
b) Variante II mit "Zweigdiode"

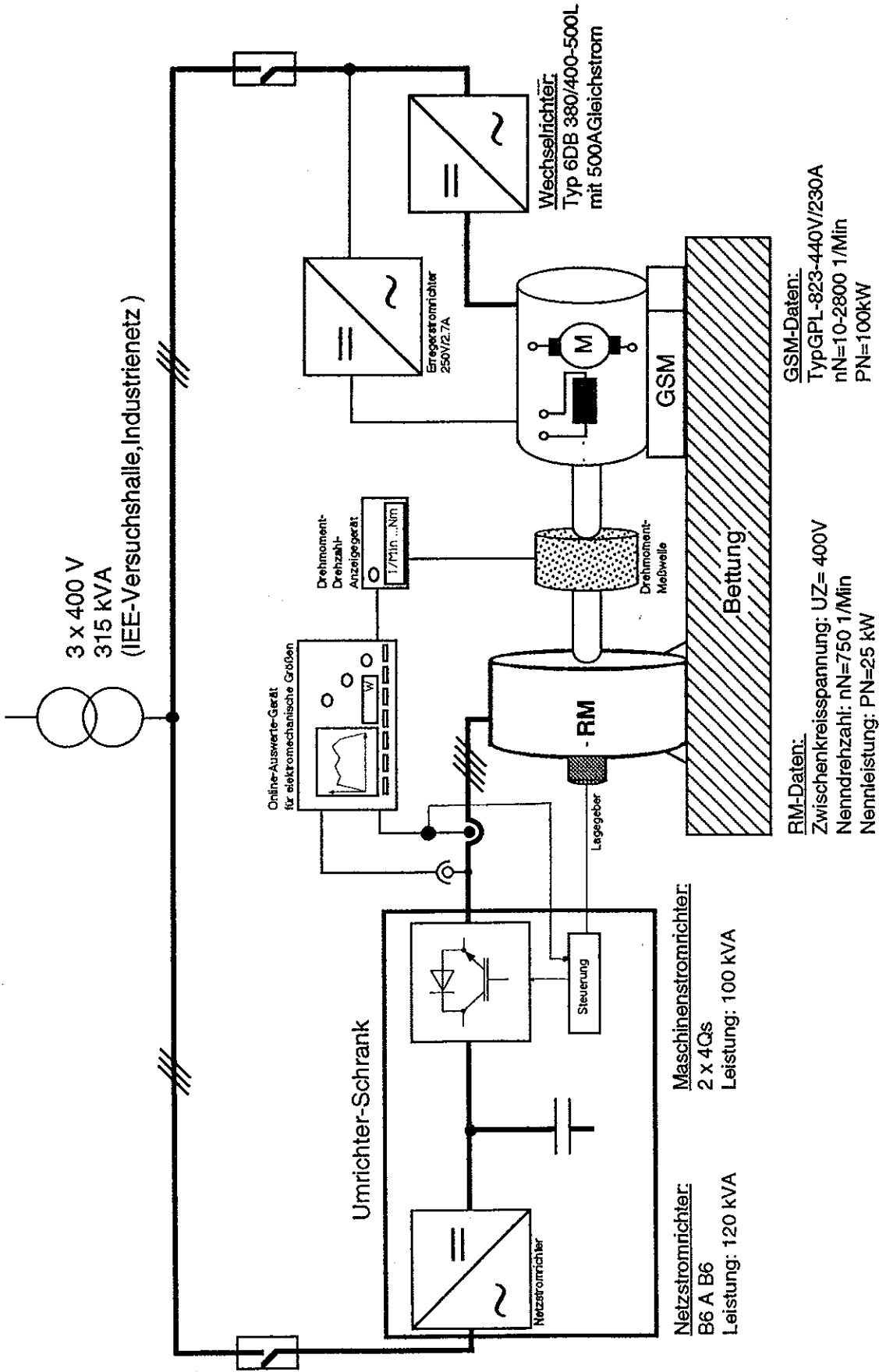


Bild 3: Prüfstand zur Prüfung der Reluktanzmaschine in Transversallaufbau



Ziel:

- Konstruktion einer Metall-Inertgas (MIG) Schweißanlage zum Engspaltschweißen von Gußwerkstoffen mit einer Dicke von 150 mm und einer Spaltbreite von 12 mm. Es sollen die optimalen Schweißparameter ermittelt werden.

Problem:

- Es liegt bisher ein solches Verfahren nicht vor.

Lösungsweg:

- Das Rotationsverfahren wurde nach Auswertung aller anderen Engspaltschweißverfahren aufgrund seiner Vorteile ausgewählt. Der mechanische und elektrische Teil soll neu konzipiert und konstruiert werden. Beim Rotationsverfahren kann sowohl mit Gleichstrom als auch mit Impulsstrom geschweißt werden.
- Für das Gleichstrom- und Impulsstromschweißen wird eine halbgesteuerte Drehstrombrückenschaltung eingesetzt (s. Bild 1). Die Gleichspannung U_d läßt sich durch Primäranszapfung am Transformator einstellen. Die Impulsstromüberlagerung wird durch das Ansteuern der Thyristoren erreicht.
- Die Ermittlung der Arbeitspunkte (Schweißspannung U_s und -strom I_s) erfolgt in beiden Fällen mit Hilfe des Simulationsprogramms ' NETASIM ' (s. Bild 2). Sie ergeben sich aus dem Schnittpunkt der Spannungsquellenkennlinie mit der Lichtbogenkennlinie ($U_{lb} = 14 \text{ V} + 0,05 \cdot I_d$). Dadurch kann der Einstellbereich der Spannungsquelle U_d festgelegt werden.

Projekt: Engspaltschweißen von Stahl- und Eisenguß nach dem MIG-Verfahren



Die Führung des Schweißbrenners im Spalt wird durch Verwendung des Lichtbogens als Sensor verwirklicht.

- Konstruktion der Anlage nach Bild 3 und experimentelle Ermittlung weiterer Parameter z.B. Gasmenge, Schweißgeschwindigkeit usw, die nicht mit Hilfe der Simulation ermittelt werden können.

Stand der
Untersuchung:

- Die Arbeitspunkte für das Gleichstromschweißen wurden ermittelt (s. Bild 4).

Dokumentation:

- Technischer Bericht in Vorbereitung

Projektbeginn: Juli 1994

Vorraussichtliches

Ende: Ende 1997

Bearbeiter: Dipl.-Ing. M. Thamodharan (Tel. 72-2939)

Datum: 06.12.1994

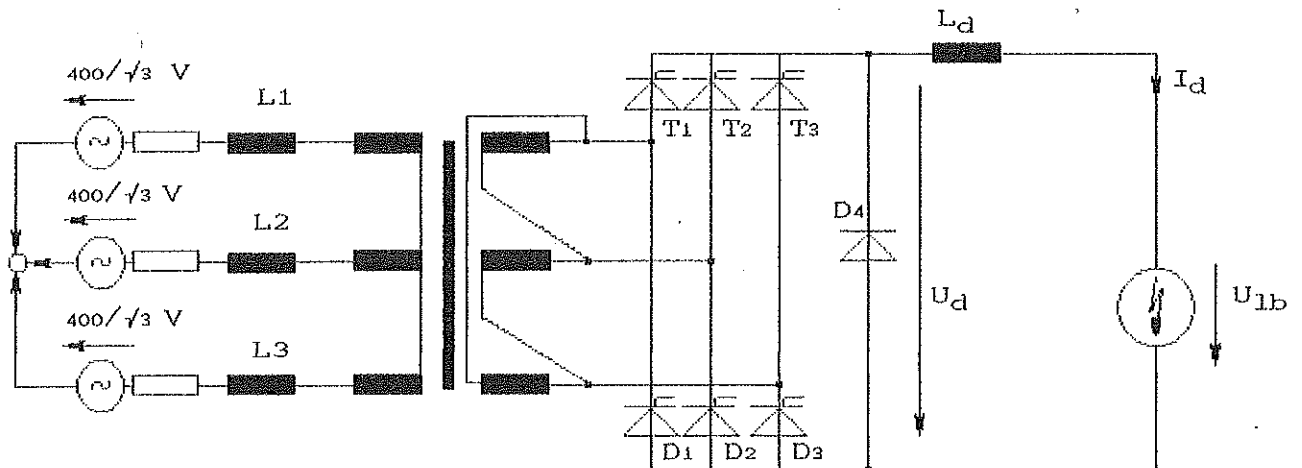


Bild 1 : Schaltbild des Leistungsteils der Anlage

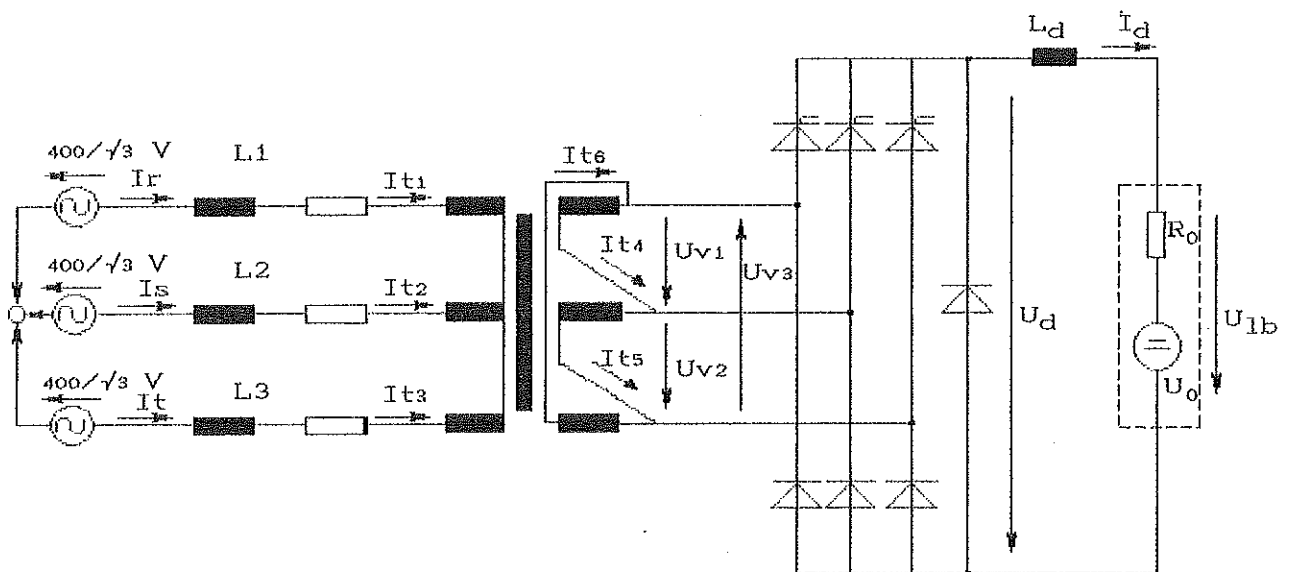


Bild 2 : Netzwerkmodell und Nachbildung des Lichtbogens nach
 ' NETASIM ' ($U_o = 14 \text{ V}$ und $R_o = 0.05 \Omega$)

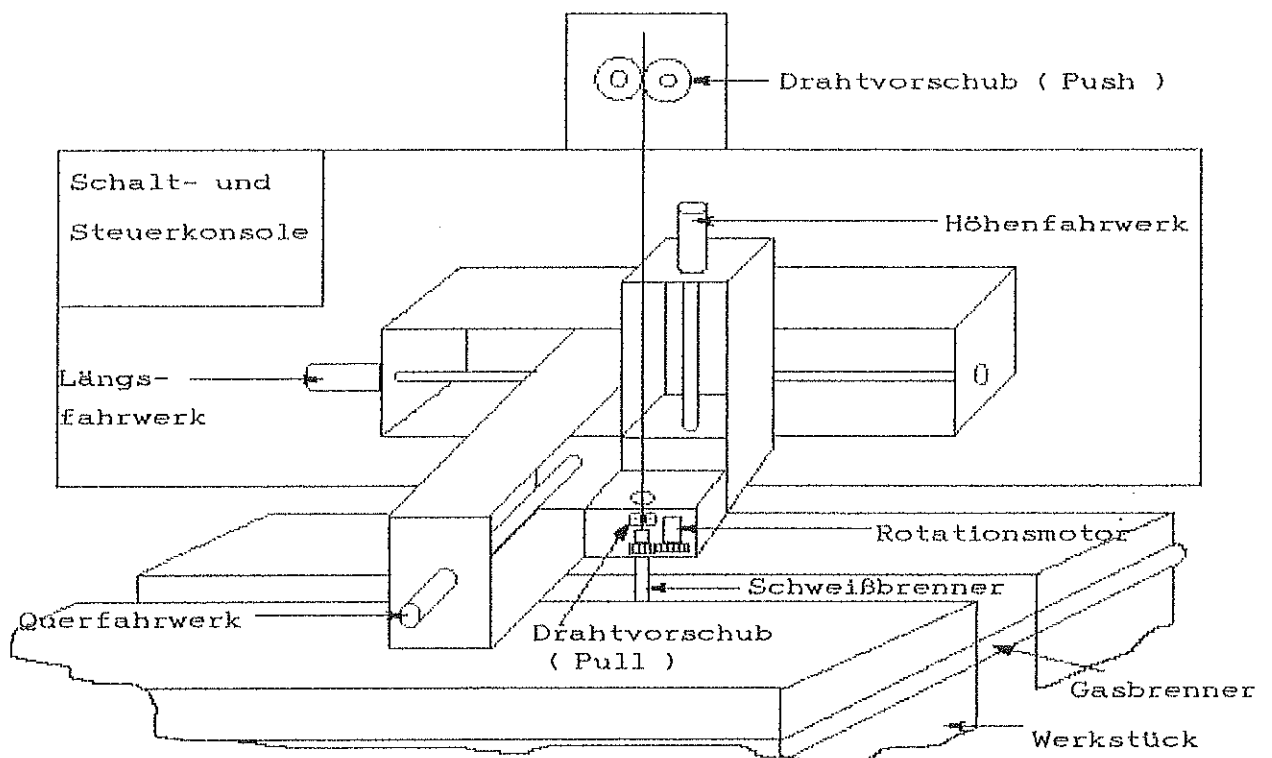


Bild 3 : Prinzipieller Aufbau der Schweißanlage nach dem Rotationsverfahren

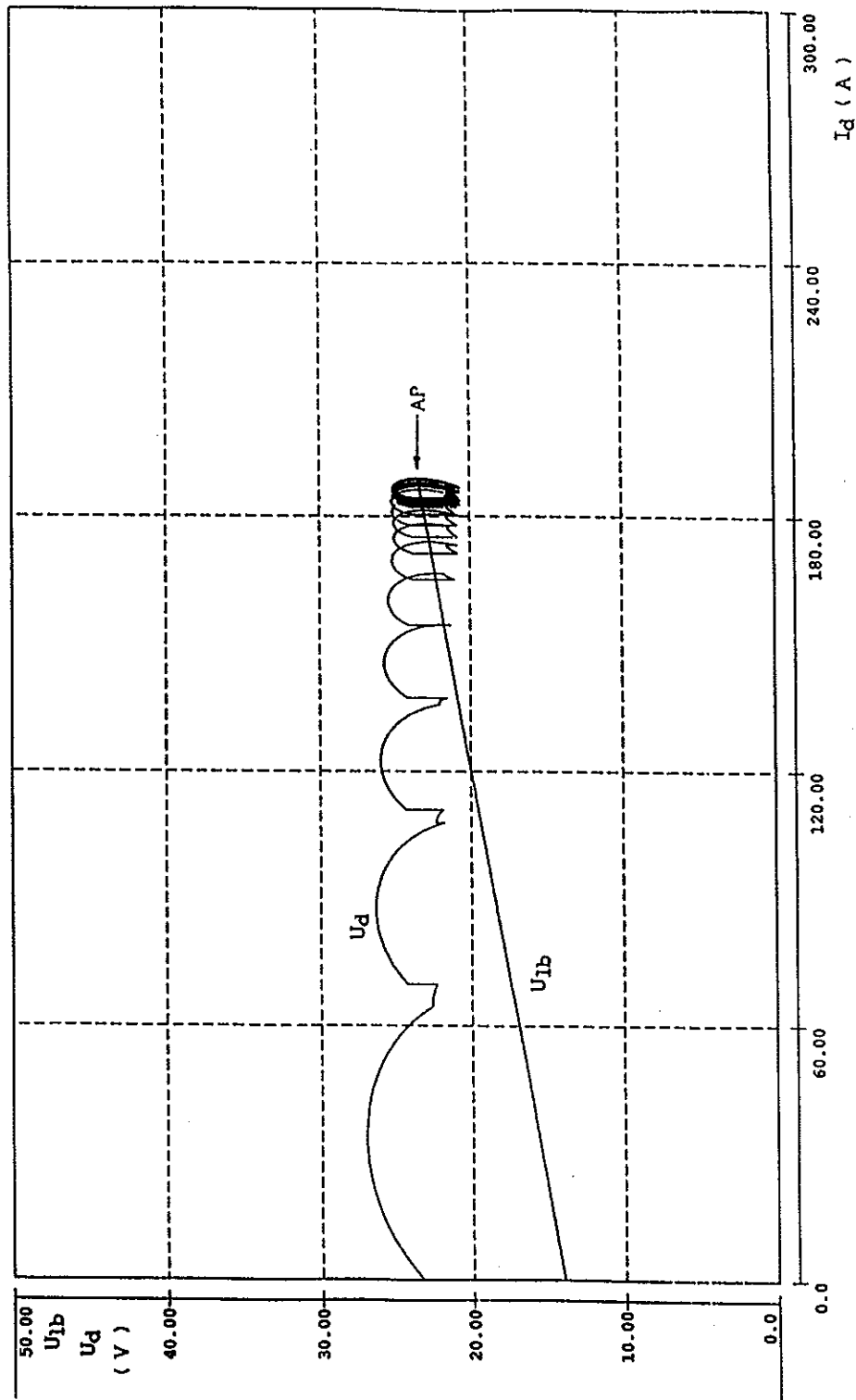


Bild 4 : Arbeitspunkt AP (Schweißspannung $U_s = 23$ V und Schweißstrom $I_s = 187$ A)

Ziel:	<ul style="list-style-type: none"> • Implementierung eines neu entwickelten Konzeptes zur digitalen Zustandsregelung von elektrischen Hochleistungsantrieben mit schwingungsfähiger Mechanik (Diss. Krüger, 1994) • Einsatz eines entsprechenden echtzeitfähigen Rechnersystems zur Erprobung und Parametrierung der Regelung an einem Prüfstand • Vereinfachung der Inbetriebnahme und Parametrierung
Problem:	Schwierige praktische Handhabung der theoretisch sehr leistungsfähigen Zustandsregler
Stand der Technik:	Einschleifige (i.w. analoge) Drehzahlregelungen mit PI-Regler
Lösungsweg:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Portierung der Regelungs-Software von der Offline-Entwicklungsumgebung unter MATRIX_x (SUN-Workstations) auf eine echtzeitfähige Hardware mit (analoger) Prozeßanbindung 2. Identifizierung der elektrischen und mechanischen Parameter des Ziel-Prüfstandes und Anpassung der Software 3. Erprobung und Optimierung der Regelung am Prüfstand ("hardware in the loop") 4. Entwicklung von Software zur Automatisierung der Inbetriebnahme (automatische Identifikation der relevanten Parameter)
Vorteile:	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung des stationären und dynamischen Regelverhaltens von Antriebssträngen mit schwingungsfähiger Mechanik (aktive Bedämpfung kritischer Resonanzen) • Nutzung einer komfortablen Offline-Entwicklungsumgebung und anschließender Portierung auf die Zielhardware. Dadurch hohe Flexibilität bei der Softwareentwicklung • Leichte Inbetriebnahme der Regelung durch automatische Parameter-Identifikation
Beginn der Arbeiten:	Anfang 1995
vorauss. Ende:	Ende 1996
Bearbeiter:	Dr.-Ing. E.-A. Wehrmann (Tel.: 72-2595)
Datum:	05.12.1994



Problem, Ziel: Einbindung von regenerativen Energiequellen in leistungsschwache Verbund- und autonome Inselnetze unter Beachtung der derzeitigen VDEW Normen für die zulässige Netzzrückwirkungen

Lösungsweg: - Netzstützung (Verbundnetzbetrieb) bzw. Netzföhrung (Inselnetzbetrieb) durch konventionelle, batteriegespeiste Pulswechselrichter (PWR) (siehe Abb. 1)

- Einsatz leistungsstarker (mehrere MW) GTO-Pulswechselrichter zur Kompensation der Grundschrwingungsblind- und Grundschrwingungswirkleistung in beiden Betriebsarten

- Reduktion der Oberschrwingungsbelastungen auf ein den VDEW Normen entsprechendes Maß am Verbraucheranschlußpunkt

- Einsatz kleinerer, hochgetakteter IGBT-Pulswechselrichter (< 20kW, 20kHz) zur aktiven Kompensation von Zwischenharmonischen und Oberschrwingungen höherer Ordnung

- Einsatz passiver Saugkreise zur Filterung der umrichtertypischen Oberschrwingungen niedriger Ordnung und teilweisen Kompensation der von den Verbrauchern benötigten Grundschrwingungsblindleistung (siehe Abb. 1)

Prüfstand: - Laboranlage (ca. 100 kVA) nach Abb. 1
(3. Bauabschnitt, Netzföhrung)

Stand der

Untersuchungen: - Theoretische und experimentielle Überprüfung ob konventionelle PWR ohne Modifikation des Steuer- und Leistungsteiles für die oben genannten Aufgaben geeignet sind (Studienarbeit)
- Abschätzung der zu erwartenden Netzzrückwirkungen mit und ohne passive Filteranlage nach Abb. 1

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Jan Wenske (Tel: 72-3702)

Datum: 2.12.1994

Projekt: AMOEVES (Autonome Modulare Energieversorgungssysteme)

Teilprojekt: Einbindung regenerativer Energiequellen in schwache Netze

Bauabschnitt 1992/93

IEE

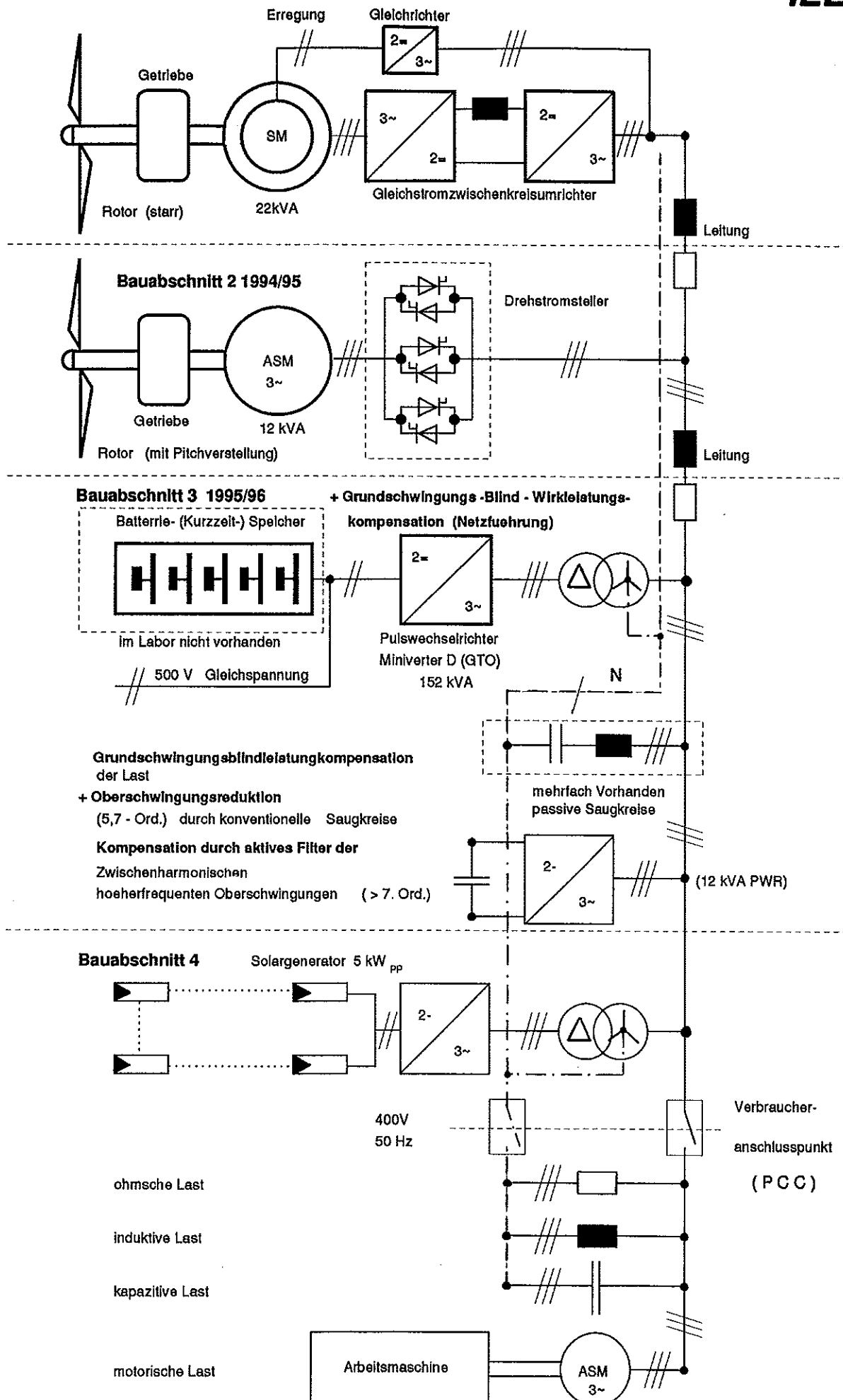


Abb. 1 Prinzipdarstellung der geplanten autonomen Inselnetzes im Labormaßstab



-
- Problem:** Drehstrom-Lichtbogenöfen verursachen durch Aufnahme unsymmetrischer schnell veränderlicher Blindströme häufig unerwünscht große Netzurückwirkungen im Drehstromnetz.
- Ziel:**
- Reduzierung der Netzurückwirkungen von Drehstrom-Lichtbogenöfen
 - Einsparung der thyristorgesteuerten Drosselspulen der Kompensationsanlage
- Lösungsweg:**
- Integration von Thyristorstellern in den Zwischenkreis des Ofentransformators (Bild 1)
 - Regelung des Thyristorstellgliedes nach der Raumzeigermethode (zweiachsig Darstellung wie bei der Maschinenführung)
 - dadurch Einstellen des Blindleistungsbedarfs auf einen festen Wert und Symmetrierung der durch die Unsymmetrie des Lichtbogenofens hervorgerufenen, mit doppelter Frequenz schwingenden Leistungspulsation
 - Modell eines Drehstrom-Lichtbogenofens und des Ofentransformators mit Thyristorsteller im Zwischenkreis (Bild 2) zur Erprobung der Regelung und Stromversorgung des Lichtbogenofens
- Stand der Untersuchungen:**
- Simulation einer 40t - Drehstrom-Lichtbogenofenanlage in NETASIM (Bild 3)
 - Integration des Thyristorstellers in das Simulationsmodell des Ofentransformators
- Dokumentation:**
- Technische Notiz des IEE "Simulation einer Drehstrom-Lichtbogenofenanlage" (6/94)
 - DFG-Antrag auf Förderung des Forschungsvorhabens
- Beginn der Arbeit:** März 1994
- vorauss. Ende:** Ende 1997
- Bearbeiter:** Dipl.-Ing. Albrecht Wolf (Tel: 72-2939)

Datum: 7.12.94

Projekt: Stromrichtergespeister Lichtbogenofen

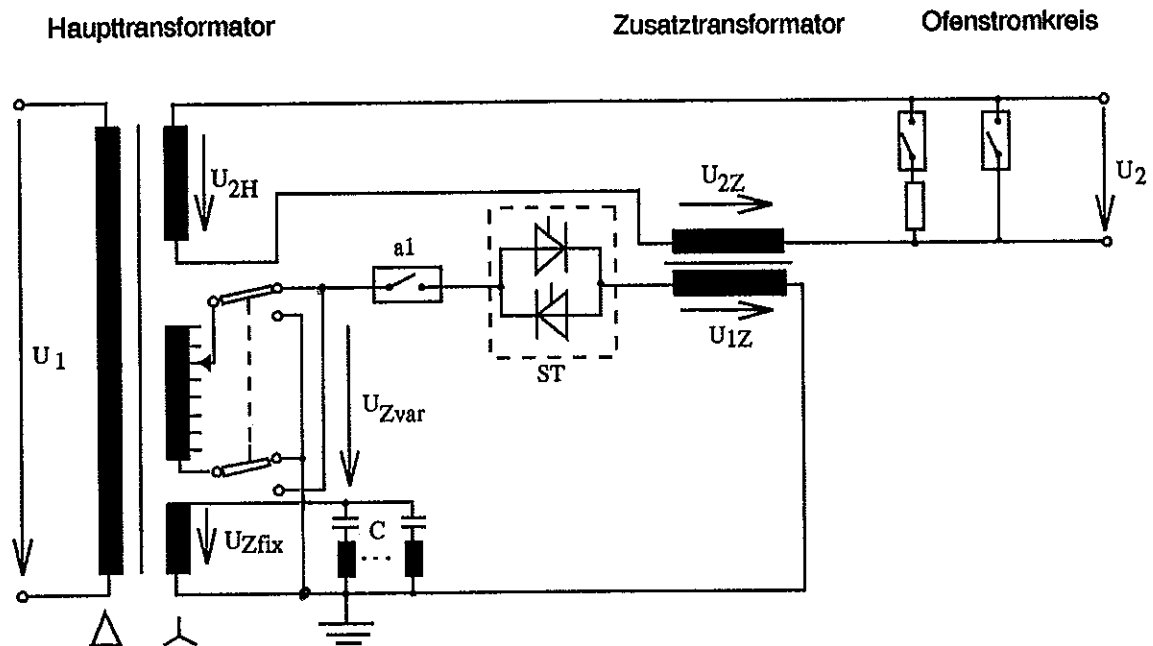


Bild 1: Prinzipschaltplan des Ofentransformators mit Thyristorsteller ST und Ofenschalter a1 im Zwischenkreis und Festkompensation C

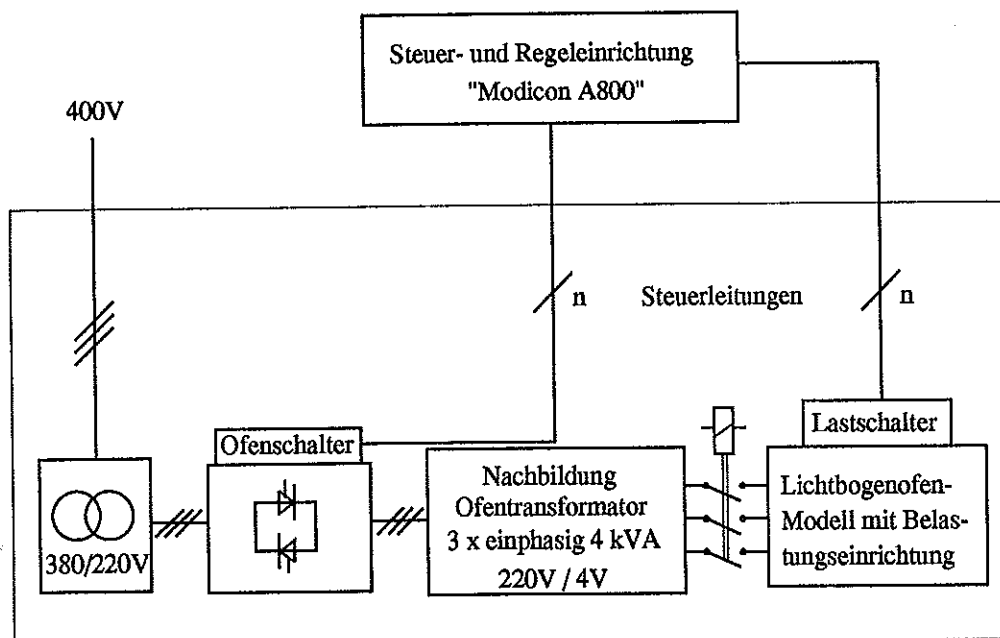


Bild 2: Aufbau des geplanten Versuchsstandes eines Drehstrom-Lichtbogenofens

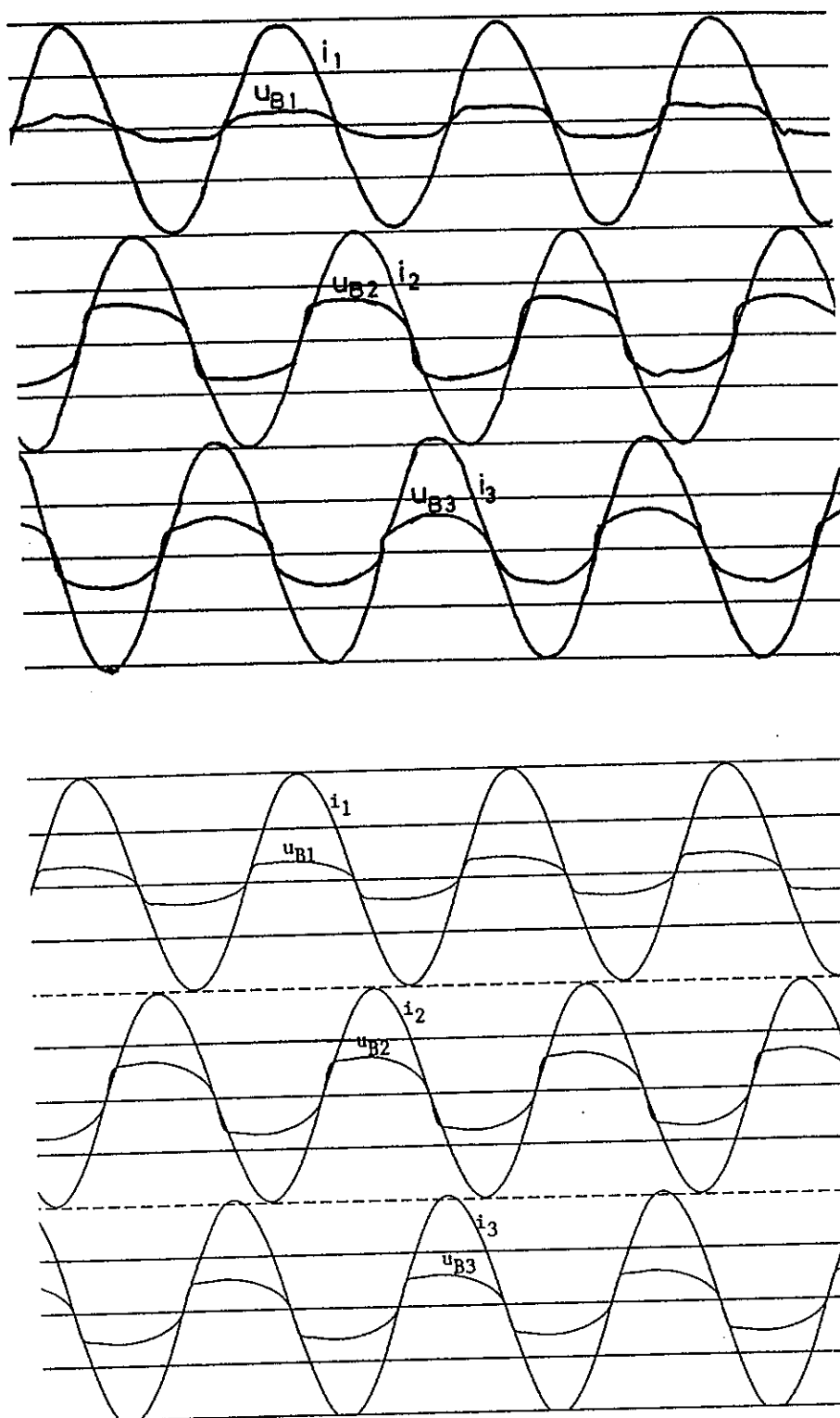


Bild 3: Vergleich zwischen gemessenen (oben) und simulierten (unten) Größen einer Drehstrom-Lichtbogenofenanlage. Zeitverläufe der Lichtbogenströme ($i_{1...3}$) und -spannungen ($u_{B1...3}$) in der Feinungsphase

4 Personelle Besetzung

(Stand 1.12.94)

4.1 Hauptamtliche Mitarbeiter des Instituts (Anlage 14 a)

Hochschullehrer: (Institutsdirektor)	Prof. Dr.-Ing. H.-P. Beck
Oberingenieur:	Dr.-Ing. E.-A. Wehrmann
Akademischer Rat a. Z.:	Dipl.-Ing. W. Mendt
Wissenschaftliche Mitarbeiter:	Dr.-Ing. B. Jain (Praktikantenamt) Dr.-Ing. K. Sourkounis Dipl.-Ing. J. Alders Dipl.-Ing. B. Engel Dipl.-Math. M. Goslar Dipl.-Ing. A. Kanakis Dipl.-Ing. H. Kayser Dipl.-Ing. P. Tavana-Nejad Dipl.-Ing. M. Thamodharan Dipl.-Ing. J. Wenske Dipl.-Ing. A. Wolf
Gastwissenschaftler:	- keine -
Mitarbeiter im Technischen und Verwaltungsdienst:	Frau E. Mendt Herr D. Bartz Herr W. Hansmann Herr F. Höfner Herr V. Just Herr H. Kirchner Herr M. Kirchner Herr R. Koschnik Herr H. Schultze (Hausmeister) Herr I. Vahldiek

4.2 Nebenamtlich tätige Hochschullehrer

Dr.-Ing. W.-R. Canders	(Lehrgebiet Elektrische Maschinen)
Dr.-Ing. W. Diemar	(Lehrgebiet Elektrowärme)
Dr.-Ing. H. Schmidt	(Lehrgebiet Hochspannungstechnik)
Dr.-Ing. D.-J. Wahl	(Lehrgebiet Elektrizitätswirtschaft)
Dr. rer. nat. H. Wenzel	(Lehrgebiet Batterietechnik)
Dipl.-Ing. G. Helmholtz	(Lehrgebiet Theorie der Wechselströme)

4.3 Wissenschaftliche Hilfskräfte

Frau cand.-Ing. J. Kinder
Frau cand.-Ing. R. Riebenstahl
Frau cand.-Ing. U. Schröter
cand.-Ing. C. Auge
cand.-Ing. T. Böning
cand.-Ing. S. Bokämper
cand.-Inf. M. Bornitz
cand.-Ing. T. Freder
cand.-Ing. M. Götz
cand.-Ing. J. Heckmann
cand.-Ing. A. Schell
cand.-Ing. C. Smolenski
cand.-Ing. S. Stoll
cand.-Ing. D. Vollmer
cand.-Ing. P. Wieland

4.4 Von der Lehrverpflichtung befreite Hochschullehrer

Prof. Dr.-Ing. (em.) K. Bretthauer

4.5 Mitgliedschaften in den Selbstverwaltungsgremien der Universität

Prof. Dr.-Ing. H.-P. Beck	Leiter des Praktikantenamtes, Leiter der Baukommission MVT, Mitglied der Senatsbaukommission, Mitglied der Haushalts- und Planungskommission des Senats, Mitglied des Fachbereichsrates MVT, Mitglied der Studienkommission FB MVT, Sprecher der TU Clausthal auf dem Fakultätentag Elektrotechnik, Vorstandsmitglied des Forums Clausthal (FC), Mitglied des Informationstechnischen Zentrums
Dr.-Ing. E.-A. Wehrmann	Mitglied der Haushalts- und Planungskommission des Senats, Mitglied der gemeinsamen Kommission der Fakultät für Bergbau, Hüttenwesen und Maschinenwesen, Mitglied des Konzils, stellv. Mitglied des Fachbereichsrates MVT
Dipl.-Ing. J. Alders	stellv. Mitglied der Baukommission des FB MVT
Dipl.-Ing. B. Engel	stellv. Mitglied des Fachbereichsrates MVT stellv. Mitglied der Studienkommission MVT,
Dipl.-Ing. A. Kanakis	Mitglied der Studienkommission des FB MVT
Dipl.-Ing. H. Kayser	Institutsratsmitglied Mitglied im Prüfungsausschuß des FB MVT für den Studiengang Maschinenbau
Herr W. Hansmann	Institutsratsmitglied, stellv. Vorsitzender im Personalrat, Mitglied des Arbeitsschutzausschusses der TU, Gefahrstoffbeauftragter
Herr H. Kirchner	Ersatzmitglied im Personalrat, Brandschutzbeauftragter
Herr R. Koschnik	Ausbilder, Sicherheitsbeauftragter

ANLAGEN

- Anlage 1 Hochgeschwindigkeitsverkehr in Europa am Beispiel des ICE
- Anlage 2 Anwendung einer integrativen Lehr- und Lernform in Hochschullehrveranstaltungen. Internes und öffentliches Seminar zur "CO₂-Minderungs politik nach Rio"
- Anlage 3 Lebensdauererhöhung von Antriebskomponenten mittels unterschiedlicher Antriebsregelungen
- Anlage 4 Windenergiekonverter mit maximaler Energieausbeute am leistungsschwachen Netz
- Anlage 5 Verfahren zur Kraftschlußregelung mit Torsionsschwingungsunterdrückung im Antriebsstrang für Triebfahrzeuge mit stromrichter gespeisten Fahrmotoren
- Anlage 6 DFG-Antrag für ein Graduiertenkolleg an der TU Clausthal: "Methanol-Brennstoffzelle für den mobilen Einsatz"
- Anlage 7 Programm der Berlin-Exkursion
- Anlage 8 Einen Koffer in Berlin ... (Veröffentlichung im Datenbus)
- Anlage 9 Exkursion zur Preussag Stahl Salzgitter AG
- Anlage 10.1 Ordnung für das ITZ
- Anlage 10.2 Informationsblatt ITZ
- Anlage 10.3 Programm der ITZ-Tage
- Anlage 11.1 Forum Clausthal - Arbeitsgruppe der Technischen Universität Clausthal
- Anlage 11.2 Einladung zu der Seminarreihe "Sustainable Development"
- Anlage 12 Einladung des Kohleministeriums, China
- Anlage 13 Vortragsankündigung an der AGH Krakau
- Anlage 14 Institutsausstattung des IEE
 - a - Personal, Geräte, Gebäude
 - b - Stromversorgung
 - c - Rechnerausstattung

Hochgeschwindigkeitsverkehr in Europa am Beispiel des ICE

Der Eisenbahnverkehr in Deutschland ist ein Beispiel dafür, daß es nicht ausreicht, ein technisch ausgereiftes, umweltfreundliches Verkehrssystem zu entwickeln, ohne die wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen für den erfolgreichen Betrieb zu schaffen. In Ermangelung einer geeigneten Organisationsform und ausreichender politischer Unterstützung führte die Bahn in den letzten dreißig Jahren ein Schattendasein, welches sich erst jetzt, angestoßen durch die ausländische Konkurrenz in Japan und Frankreich, aufzulösen beginnt. Es bleibt zu hoffen, daß die anstehende Bahnreform und die stark zunehmende Fahrzeugdichte auf den Autobahnen zukünftig dazu führen werden, daß auch in Deutschland die Vorteile der Rad/Schiene-Technik stärker ins Blickfeld der Öffentlichkeit geraten.

Vorteile der schienengebundenen Transporttechnik

Mit der Umstellung des Transportsystems „Rad/Schiene“ vom Dampfbetrieb auf den elektrischen Betrieb Anfang der fünfziger Jahre begann eine Geschichte des Energiesparens, die ihresgleichen sucht. Trotz einer nahezu konstanten Zugförderleistung von ca. 7 Mrd. Brutto-Register-Tonnen (Brt) km pro Jahr sank, wie in Bild 1 dargestellt, der Primärenergieverbrauch in zwanzig Jahren auf ein Drittel des Ausgangswertes. Die Euphorie über die umweltfreundlichen und energiesparenden elektrischen Bahntriebe veranlaßte Forscher und Planer Ende der siebziger Jahre zur Initiative „Schiene – Zukunft mit Vernunft“. Es wurden verschiedene Studien erstellt, die die Vorteile des Systems „Rad/Schiene“ deutlich machen sollten. Einige Kernaussagen sollen hier zitiert werden.

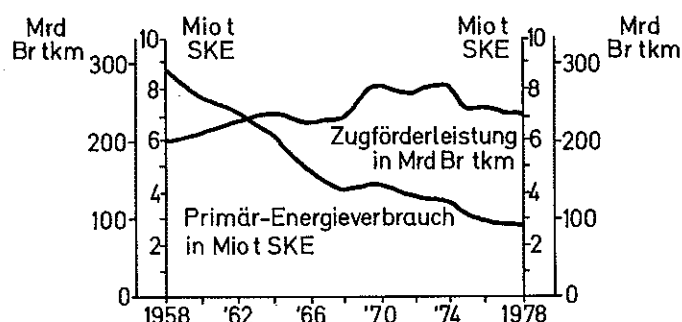


Bild 1: Primär-Energieverbrauch für die Zugförderung der Deutschen Bundesbahn. Quelle: Geschäftsbericht der Deutschen Bundesbahn 1978.

Energiesparen

Das Bild 2 zeigt, daß der Energieverbrauch im Güterverkehr mit Lkws bei 50% Auslastung 3,5 ... 4mal höher ist als beim Bahntransport. Dies gilt ebenso im Personenverkehr, wenn Pkws mit Bahnen verglichen werden. Auch neuere Untersuchungen (Quelle: DB, B2A 1005.00.57) zeigen dieselbe Tendenz. Allerdings kommt hier der Lkw-Verkehr noch schlechter weg. Problematisch bei derartigen Vergleichen sind die unterschiedlichen Randbedingungen, die gelegentlich aus rein manipulativen Gründen gewählt werden; denn die physikalische Tatsache, daß ein Rollen von Gummirädern auf Asphalt mehr Antriebskraft erfordert als Stahlräder auf Stahlschienen, kann auch durch eine „geschönte“ Statistik nicht eliminiert werden. Dennoch gibt es immer wieder Aussagen, die gegenteiliges zu behaupten scheinen.

Der Autor ist seit 1989 Direktor des Institutes für Elektrische Energietechnik an der TU Clausthal, er war seit 1984 als Entwicklungsleiter für Triebfahrzeuge unter anderem auch für den ICE in der Industrie tätig.
Gekürzte Fassung des Festvortrages anlässlich der Akademischen Feier am 15. Oktober 1993 in der Aula der TU Clausthal.

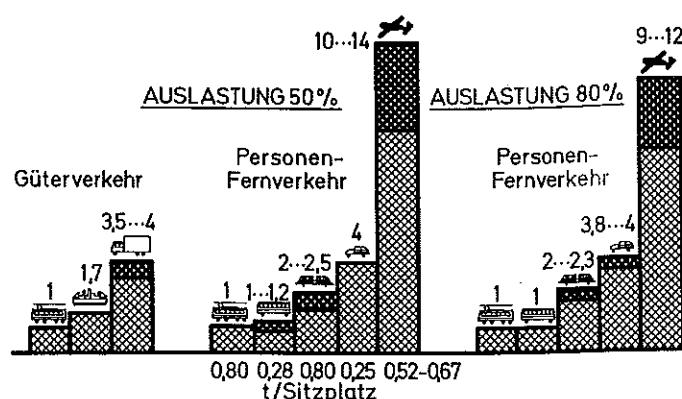


Bild 2: Vereinfachter Vergleich der spezifischen Energieverbrauchswerte verschiedener Verkehrsmittel.

Quellen:

- Initiative „Schiene – Zukunft mit Vernunft“ c/o VDL Frankfurt/M.
- Faltblatt der DB: „Energie – die DB hilft sparen“.
- Dr. Zureck in BMFT: „Advanced railway technologie“ Sympos. zur IVA 1977 in Hamburg.

So konnten die Leser in einer namhaften deutschen Tageszeitung lesen: *Bezogen auf die gefahrenen Personenkilometer verbraucht der ICE etwa soviel Primärenergie wie der Pkw und nicht viel weniger als neuere Flugzeuggenerationen (1).*

Der scheinbare Widerspruch löst sich auf, wenn die Randbedingungen zu den in der Literaturstelle (1) gemachten Angaben betrachtet werden:

1. Airbus – Auslastung: 60% (42%) – Kraftstoffverbrauch: 7,1 (10,1) l/100 Pkm
2. Pkw – Auslastung: 42% (42%) – Kraftstoffverbrauch: 6,1 (6,1) l/100 Pkm
3. ICE – Auslastung: 33% (42%) – Kraftstoffverbrauch: 4,9 (3,8) l/100 Pkm

Die in Klammern gesetzten Angaben für einen einheitlichen Besetzungsgrad relativieren die Verbrauchswerte bereits. Über die sehr unterschiedlichen Reisegeschwindigkeiten und den Reisekomfort wurden keine näheren Angaben gemacht. Berücksichtigt man auch diese, gelten etwa wieder die Zahlen nach Bild 2 aus dem Jahr 1977. Der Leser ist also aufgefordert, bei jeder Aussage auch die Randbedingungen zu beachten, deren Festsetzungen bekanntlich die Ergebnisse wesentlich „beeinflussen“ können.

Verkehrssicherheit

Der Verkehrssicherheitsstandard ist bei der Bahntechnik wesentlich höher als bei den Wettbewerbern Pkw und Lkw. So hat man festgestellt, daß die Häufigkeit von Unfällen mit schweren Folgen bei Pkw-Betrieb 24fach und beim Busbetrieb 2,5fach größer ist. Dies ist nachvollziehbar, da das Schienenverkehrssystem von sich aus den Nachteil hat, daß seine Fahrzeuge nicht spontan einem Hindernis ausweichen können. Daher wird bei der Bahn seit Anbeginn sehr viel Aufwand für die Sicherheit der Fahrgäste betrieben. Dieser Vorsprung in der Verkehrssicherheit muß teuer bezahlt werden und ist ein Grund für die weitreichenden Sicherheitsvorschriften, die wiederum die Wettbewerbsfähigkeit einschränken. Auch hier stellt sich die Frage: Wieviel ist dem Kunden die Sicherheit wert, und wieviel darf sie bei monetärer Bewertung mehr kosten als bei Straßenfahrzeugen?

Flächenbedarf

Ein weiteres unterstützendes Argument für die Bahn ist der geringe Landverbrauch bei der Trassierung der Strecken. Das Bild 3 weist einen um zwei Drittel geringeren Bedarf auf als bei Autobahnen.

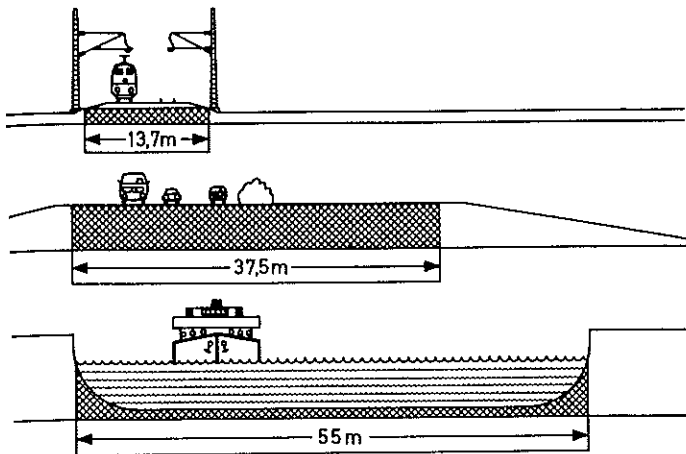


Bild 3: „Landschaftsverbrauch“ verschiedener Transportsysteme.

Trotzdem wurden nach dem Zweiten Weltkrieg rund 150 000 km Straße, aber nur 700 km Bahnstrecke neu gebaut (2).

Schadstoffemissionen

Als letztes Argument sei hier noch ein Vergleich der Schadstoffemissionen mit denen der Pkws angeführt. Das Bild 4 zeigt einen um zwei Drittel niedrigeren CO_2 -Ausstoß als beim Pkw, was mit dem im Bild 2 ausgewiesenen niedrigeren Energieverbrauch zusammenhängt. Die NO_x -, CO - und C_xH_y -Schadstoffkonzentrationen sind naturgemäß wesentlich geringer, weil die Verbrennung von Energierohstoffen in Kraftwerken zur Stromerzeugung „sauber“ ist als im Pkw-Motor auf der Straße bei variabler Drehzahl im Teillastbereich mit schwankender Last und sich ändernden Betriebstemperaturen.

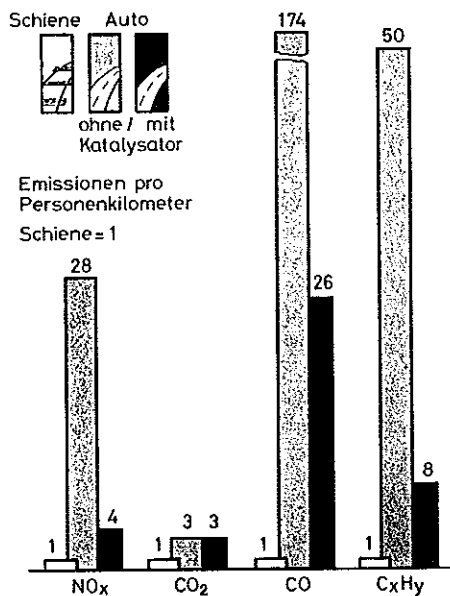


Bild 4: Schiene – die umweltschonende Alternative. Vergleich der Schadstoffemissionen bei Bahn und Auto.

- Quellen:
- Umwelt- und Prognose-Institut.
 - D. Seifried: Gute Argumente: Verkehr. Verlag C. H. Beck, München 1990.

Konsequenzen im In- und Ausland

Alle zuvor genannten an sich vorbildlichen Eigenschaften des Verkehrssystems „Rad/Schiene“ haben nicht dazu geführt, daß die Personen- und Güterverkehrsleistungen der Bahn in den letzten

Entwicklung des Personenverkehrs

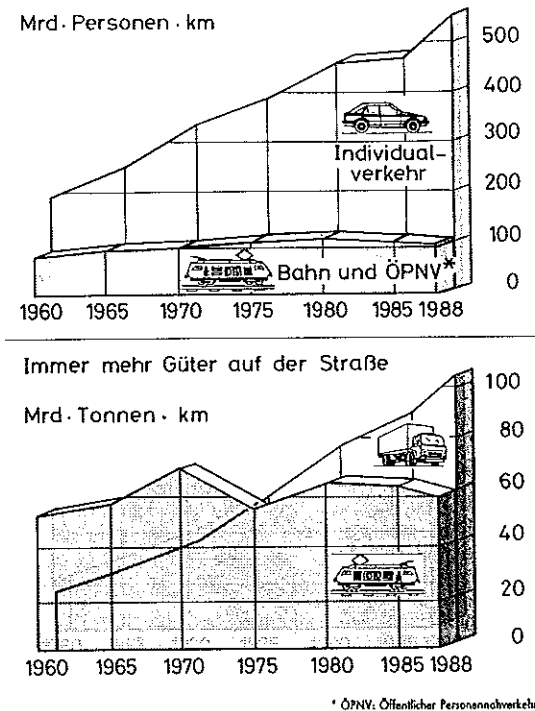


Bild 5: Immer mehr Verkehr. Entwicklung des Straßen- und Schienenverkehrs.

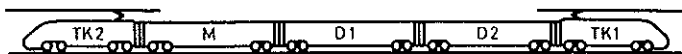
- Quellen:
- Bundesministerium für Verkehr.
 - D. Seifried: Gute Argumente. Verlag C. H. Beck, München 1990.

dreißig Jahren nennenswert angestiegen sind (siehe Bild 5). Die mit dem wirtschaftlichen Aufschwung der Bundesrepublik Deutschland einhergehende Zunahme der Verkehrsleistung wurde ausschließlich von Pkws und Lkws getragen. Wer dies beklagt, darf den Hauptgrund nicht außer acht lassen: Die Bahn war und ist immer noch nicht wettbewerbsfähig. Neben organisatorischen Gründen – die Bundesbahn ist eigentlich eine Behörde für „Verkehrssicherheit bei Schienentransport“ – sind hierfür auch die zu geringen Reisegeschwindigkeiten verantwortlich. So lange ein Pkw bei gleichen Kosten von Hamburg nach Frankfurt schneller ist als ein Reisezug, wird der Kunde auch aus Umweltgründen nicht die Bahn benutzen. Dank „Bahncard“ und ICE hat sich dies inzwischen etwas zugunsten der Bahn geändert. Es bleibt zu hoffen, daß die Bahnreform und der zukünftige Europa-Schnellverkehr das übrige hierzu beitragen.

Im Ausland wurden die Vorteile der Bahn früher erkannt. Bereits 1964 wurde der „Shinkansen“ – Japans Hochgeschwindigkeitszug – in Betrieb genommen (3). Seit seiner Inbetriebnahme beförderte er 3,6 Mrd. Reisende. Im Jahr 1992 erreichte das Unternehmen „East Japan Railway Company“ mit dieser Bahn bei umgerechnet 30 Mrd. DM Umsatz 1,5 Mrd. DM Gewinn (2). Auch die Franzosen entwickelten in den sechziger Jahren den TGV-Südost, der seit 1981 die Städte Paris und Lyon verbindet. Seine Auslastung beträgt im Mittel 60%. Ein wirtschaftlicher Erfolg ist offenbar gegeben, denn sonst hätte es den „TGV-Atlantique“ sicher nicht gegeben.

Das deutsche Hochgeschwindigkeitskonzept

Mit zehn Jahren „Verspätung“ wurde in Deutschland ab 1975 vom BMFT ein Forschungsprogramm zur Entwicklung eines Hochgeschwindigkeitszuges „Intercity-Experimental“ aufgelegt. Bild 6 zeigt die Konzeption dieses Fahrzeuges. Es hatte zwei Vorläufer, je einen für die Drehstromantriebstechnik (E 120) und die Hochgeschwindigkeitstriebdrehgestelle (DE 2500). Mit diesen Vorläuferfahrzeugen (siehe Bild 7) wurden Erfahrungen mit Drehstrom-Asynchron-Fahrmotoren und Hochgeschwindigkeits-Triebdreh-



Konfiguration: TK2 + M + D1 + D2 + TK1;

TK1/TK2 = Triebkopf

M = Meßwagen

D1 = Demonstrationswagen 1
Großraum 1. Klasse, 36 Sitzplätze

D2 = Demonstrationswagen 2
Großraum 1./2. Klasse, 24/27 Sitzplätze

Energieversorgung: 15 kV, 16 2/3 Hz

Maximalleistung am Rad: 2 x 4,2 MW, Trafo-Dauerleistung: 2 x 3,2 MVA

$v_{max} = 350$ km/h

Sitzplätze: 87

Bild 6: Hochgeschwindigkeitsversuchszug Intercity Experimental (ICE).
Quelle: BZA München, Dez 105, 14. 9. 1984.

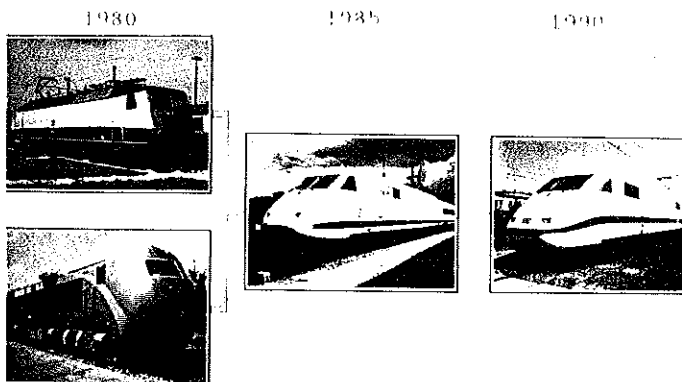


Bild 7: Entwicklungsschritte zum ICE.

gestell-Konstruktionen mit minimalen ungefederten Massen (Stichwort: UM-AN) gesammelt (4).

Nach fünfjähriger Planungsphase wurde das Versuchsfahrzeug 1980 in Auftrag gegeben. Weitere fünf Jahre später, am 26. November 1985, stellte dieses Versuchsfahrzeug auf der Strecke Bielefeld-Essen mit erreichten 317 km/h einen neuen deutschen Rekord für Rad/Schiene-Fahrzeuge auf.

Diese Ausbau-Versuchsstrecke war allerdings nicht geeignet, die Auslegegeschwindigkeit von 350 km/h zu testen. Dies geschah drei Jahre später auf der zwischenzeitlich fertiggestellten Neubaustrecke Fulda-Würzburg. Am 1. Mai 1988 erreichte der IC-Experimental die maximale Geschwindigkeit von 406,9 km/h und stellte damit einen neuen Weltrekord auf. Bereits zwei Jahre später, am 18. Mai 1990, überrundete der französische Hochgeschwindigkeitszug der zweiten Generation „TGV-Atlantique“ den ICE mit einer Höchstgeschwindigkeit von 515,3 km/h, ohne hiermit die physikalischen Grenzen des Rad/Schiene-Systems erreicht zu haben.

Die Testergebnisse des IC-Experimental überzeugten die Deutsche Bundesbahn. Sie bestellte noch im selben Jahr sechzig Triebzüge, die seit dem 2. Juni 1991 in drei Schritten, jeweils im Jahresabstand, den Hochgeschwindigkeitsverkehr in Deutschland aufnahmen. Trotz einer erheblichen Umgestaltung des Serienfahrzeuges gegenüber dem Experimentalfahrzeug lief die Inbetriebnahme für „Insider“ vergleichsweise reibungslos ab. Ein Prototypfahrzeug wurde für dieses Serienfahrzeug, wie bislang üblich, nicht erstellt. Hierfür stand angesichts der weltweiten Wettbewerbssituation die Zeit nicht mehr zur Verfügung. Die aufgetretenen Mängel während der ersten Erprobungsphase sind daher eher als gering zu bezeichnen, denn ca. 80% der Komponenten des Serienfahrzeuges wurden aus Kostengründen neuentwickelt und nicht vom Experimentalfahrzeug übernommen.

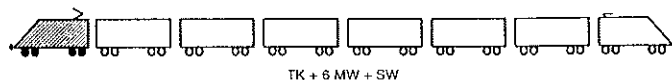
Zukünftige Entwicklung der ICE-Familie

Die positiven Erfahrungen mit dem ICE seit 1991 haben die Deutsche Bundesbahn (DB) dazu veranlaßt, weitere sechzig ICE

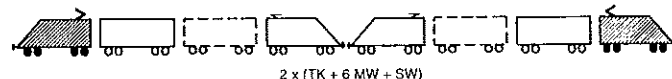
2-Züge zu bestellen (Pressemitteilung der DB, 10/93). Der Auftrag wurde, nachdem die Bundesregierung ihre Zustimmung erteilt hatte, im Herbst diesen Jahres an die Industrie vergeben. Das Auftragsvolumen für die ab Mai 1997 einsatzbereiten Züge liegt bei rund 2,2 Mrd. DM.

Auch der ICE 2 wird für ein Tempo von 280 km/h ausgelegt. Er ist als Halbzug allerdings nur etwa halb so lang wie der heutige ICE und besteht aus nur einem Triebkopf gleicher Bauart wie bisher, zwei Zwischenwagen 1. Klasse, drei Zwischenwagen 2. Klasse, einem Servicewagen und am anderen Ende einem Steuerwagen mit Führerraum, der äußerlich dem Triebkopf gleicht, jedoch keinen Antrieb, sondern Sitzplätze aufweist (siehe Bild 8). Insgesamt bietet ein Halbzug mit rund 205 m Länge 412 Sitzplätze, davon 102 in der 1. Klasse. Zwei Halbzüge können gekuppelt fahren und an Zwischenstationen getrennt werden, um die Fahrt mit unterschiedlichem Ziel fortzusetzen; dazu erhalten sie automatische Kupplungen. Ein Halbzug wiegt etwa 450 Tonnen, jeder Mittelwagen wird aufgrund der fortgeschrittenen Technik und aus Energieersparnisgründen rund 5 Tonnen leichter sein als heute.

Basiskonzept (Halbzug)



Ableitung: Gekuppelte Halbzüge



Ableitung: Langzug ohne Steuerwagen

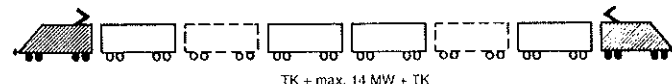


Bild 8: ICE 2 Konfigurationen. Quelle: BZA München, PL-ICE, 14. 7. 1993.

Während für die Triebköpfe und Mittelwagen die bisherigen Fahrzeuge als Basis dienen, muß der Steuerwagen mit entsprechendem Zeitaufwand neu entwickelt werden. Deshalb werden zunächst die neuen Halbzüge ohne Steuerwagen mit je einem Triebkopf an der Spitze und am Ende gekuppelt. Im Frühjahr 1997 könnten dann 22 „lange“ Einheiten für die neuen Strecken Hannover-Stendal-Berlin und Köln-Hannover-Berlin zum Einsatz kommen. Wenn ein Jahr später die Steuerwagen für die Halbzüge vollständig zur Verfügung stehen, läßt sich das Angebot beispielsweise bei Früh- oder Spätzügen dem Bedarf besser anpassen. Außerdem können zwei Halbzüge abschnittsweise in unterschiedlicher Linienführung eingesetzt und an Verknüpfungspunkten getrennt oder gekuppelt werden.

Antriebskonzept

Aber auch mit dieser zweiten Generation wird die ICE-Entwicklung nicht abgeschlossen sein. Im Zuge der politischen und wirtschaftlichen Vereinigung der europäischen Staaten werden leistungsfähige „Inter-City“-Verkehrsverbindungen immer notwendiger. Für die Entwicklung derartiger Triebzüge, die insbesondere auch die Kanaltunnelstrecke nach London bedienen können, bildet die Technik des heutigen ICE den Ausgangspunkt. Dieses zeigte ein Beitrag auf der internationalen Konferenz 1993 für „Power Electronic“ (EPE) in Brighton (8). Der langjährige Streit, ob die ICE- oder TGV-Atlantique-Antriebstechnologie zukünftig die richtige sei, wurde von den britischen Ingenieuren des GEC-Alsthom-Konsortiums entschieden; sie setzen auch, wie beim ICE, auf die Drehstrom-Asynchronmaschine (ASM) als Fahrmotor und nicht auf die Synchronmaschine, die im TGV-Atlantique eingesetzt wird.

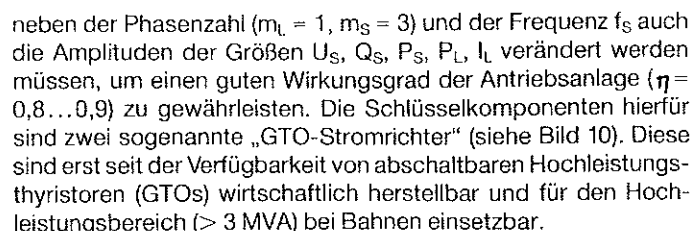


Bild 10: Schematische Darstellung eines ICE-Triebkopfes (Siemens).

Hochgeschwindigkeitsverkehr in Europa

Das Bild 11 gibt einen Überblick über die verschiedenen Hochgeschwindigkeitszugtypen in Europa, von denen der TGV und ICE als direkte Konkurrenten anzusehen sind. Die „Neitec“-Triebzüge X 2000 und ETR 450 der schwedischen und italienischen Staatsbahnen mit gleisbogenabhängiger Wagenkastensteuerung (Neigungstechnik) haben eine Höchstgeschwindigkeit von 210 (bzw. 250) km/h und liegen damit unter der des TGV und ICE. Sie sind besonders für kurvenreiche Strecken geeignet, da die Zentrifugalbeschleunigung in engen Kurven durch Neigen der Wagenkästen hin zum Kreisbogenmittelpunkt weitgehend eliminiert wird. Ist entweder die Topologie weniger hügelig bzw. bergig, wie in Frankreich, oder stehen Ausbau- bzw. Neubaustrecken, wie in Deutschland, zur Verfügung, und soll gleichzeitig die Reisegeschwindigkeit bei Halteabständen unter 100 km oberhalb von

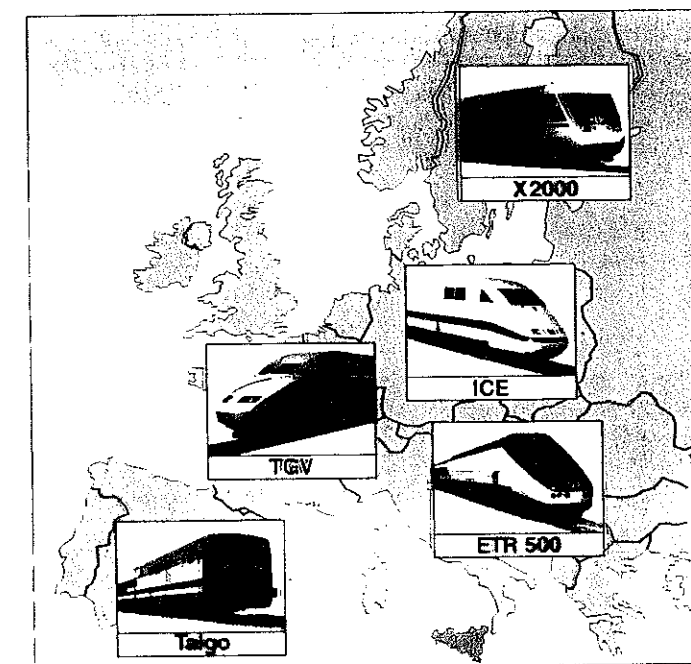


Bild 11: AEG-Bahnsysteme. Fünf europäische Hochgeschwindigkeitszüge.

100 km/h liegen, ist die Anwendung dieses Prinzips weniger geeignet. In Deutschland fahren deshalb derartige Züge zur Zeit nur im Regionalverkehr; auch die Strecke Frankfurt-Köln soll für Hochgeschwindigkeitszüge neu trassiert und nicht auf vorhandenen Strecken mit den sogenannten Neitec-Zügen durchfahren werden.

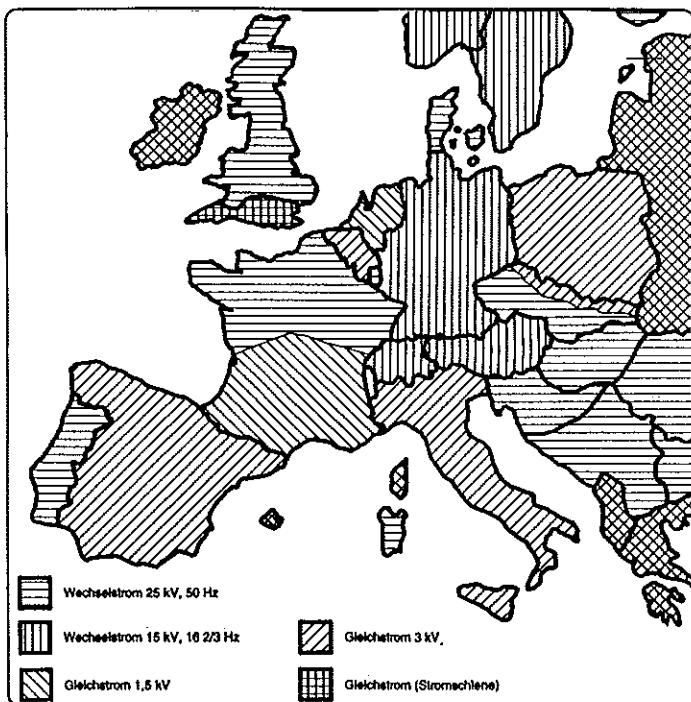


Bild 12: Stromsysteme in Europa. Quelle: Bundesbahn-Zentralamt München, April 1992.

Für die Zukunft der Hochgeschwindigkeitszüge in Europa ist von entscheidender Bedeutung, ob ein wirtschaftlicher Betrieb der Triebzüge bei den sehr unterschiedlichen Strom- und Zugbeeinflussungssystemen (siehe Bilder 12, 13) möglich ist.

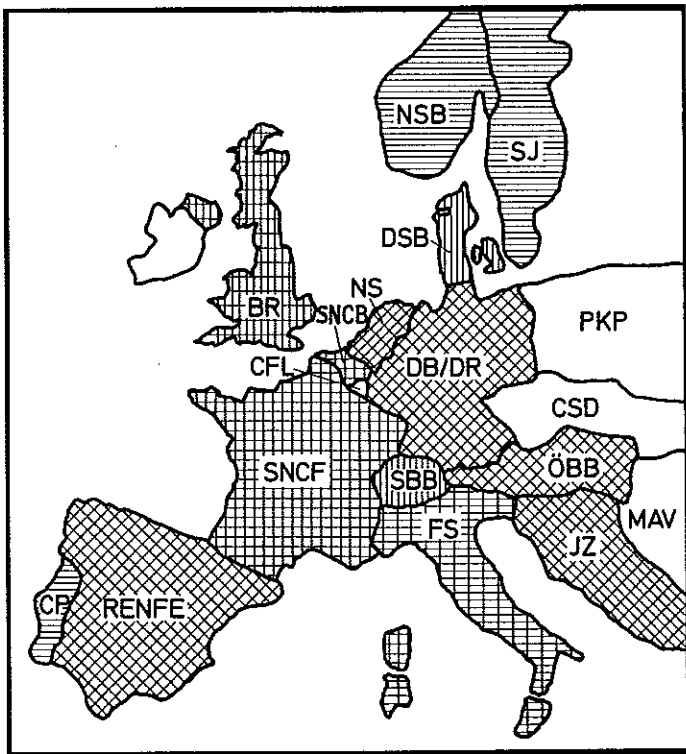


Bild 13: Europäische Zugbeeinflussungssysteme.

Land	System	Land	System
BR	AWS	NS	ATB 1; ATB 2 (TBL)*
CFL	Krokodil	NSB	JZG 700
CP	JZG 700	ÖBB	LZB + Indusi
CSD		PKP	
DB/DR	LZB + Indusi	RENFE	LZB; ASFA
DSB	ZUB 123*)	SBB	SIGNUM; ZUB 122/123*
FS	BACC	SJ	JZG 700
JZ	Indusi	SNCB	Krokodil + TBL
MAV		SNCF	Krokodil + KVB + TVM 300430 + System-Préannonce

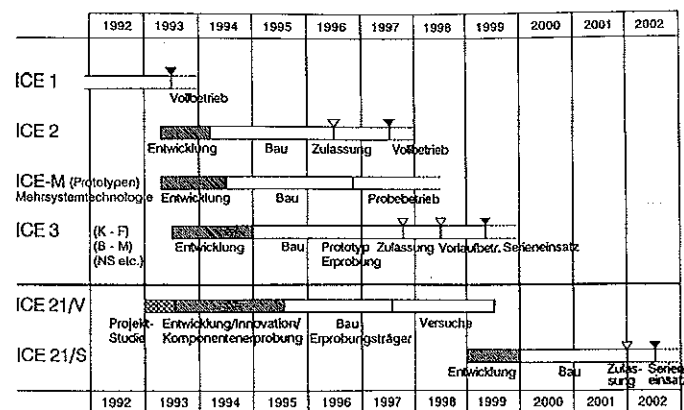


Bild 14: Ablaufplan der ICE-Familien. Quelle: BZA München PL-ICE 2. 12. 1992.

Wie neuere Entwicklungen zeigen, ist das ICE-Antriebskonzept sehr gut geeignet, um einen Vier- oder Fünf-System-Europatriebzug (ICM) zu erreichen (10). Bei den Zugbeeinflussungssystemen werden zur Zeit die ersten Versuche gemacht. Die Deutsche Bundesbahn plant das gesteckte Ziel in zwei Schritten, wie in Bild 14 gezeigt, zu realisieren. Im ersten Schritt soll ein Zwei-System-Fahrzeug für 6 MW Antriebsleistung und 300 km/h Nenngeschwin-

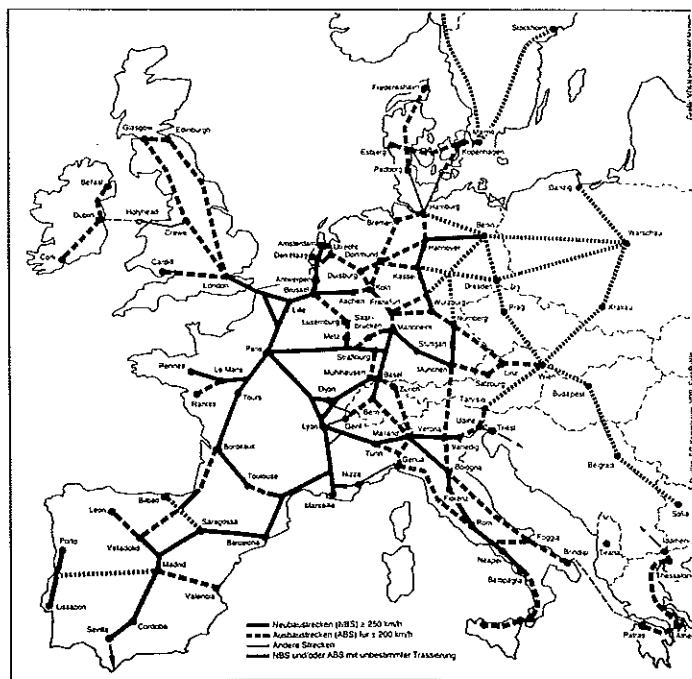


Bild 15: Leitschema des europäischen Hochgeschwindigkeitsbahnnetzes bis 2010. Bis zum Jahr 2015 soll das Netz für den Hochgeschwindigkeitsverkehr 30000 km umfassen. Quelle: VDI-Nachrichten, Nr. 22, 1991.

digkeit gebaut werden; danach entsteht ein Vier-System-Fahrzeug, welches in ganz Mitteleuropa verkehren soll. Sollten dann auch noch, wie im Leitschema für den europäischen Hochgeschwindigkeitsverkehr für das Jahr 2010 angegeben, die dazugehörigen neuen Strecken (Bild 15) fertiggestellt sein, rücken die Metropolen Europas sehr viel näher zusammen.

Bis zur Halbierung der derzeitigen Fahrzeiten auf den wichtigsten Europa-Strecken ist es allerdings noch ein sehr weiter Weg, obgleich die technischen Möglichkeiten hierfür heute schon weitgehend vorhanden sind; damit wäre, wie das Beispiel „Deutsche Bundesbahn“ in den letzten dreißig Jahren gezeigt hat, zwar die notwendige, aber nicht die hinreichende Bedingung für einen wirtschaftlichen Bahnbetrieb erfüllt. Wenn die Deutschen einen wesentlichen Beitrag zur Zielerreichung liefern wollen, darf es nicht halbherzig, sondern muß entschlossen, wie in Frankreich, angegangen werden.

Literatur:

- (1) Lewandonski, J.: Wo alle Verluste ignoriert werden. In: Süddeutsche Zeitung (1992-11-07).
- (2) Zellner, M., Fritscher, O.: Neue Strecken werden die Bahn in eine neue Ära führen. In: Süddeutsche Zeitung (1993-07-10/11).
- (3) Yamanouchi, S.: Der Shinkansen heute und in Zukunft. In: Schienen der Welt (1992), Nr. 7, S. 87.
- (4) Puitag, G., Wiese, J.: Der ICE, ein überzeugendes Ergebnis der Rad/Schiene-Forschung. In: ICE; Zug der Zukunft. Darmstadt: Hestra, 1985, S. 46.
- (5) Weigelt, H.: The history of high-speed trains on German railways. High-Tech on rails. Darmstadt: Hestra, 1991, S. 16.
- (6) Lacôte, F.: Grenzen des Kontaktes Rad/Schiene. In: Schienen der Welt (1992), Nr. 7, S. 166.
- (7) Rahn, Th.: Der Zug des 21. Jahrhunderts. Überlegungen zur Entwicklung zukünftiger Hochgeschwindigkeitszüge. In: Schienen der Welt (1992), Nr. 7, S. 168.
- (8) Taufiq, J. A.: Advanced inverter drives traction. In: The Institution of Electrical Engineers (Hrsg.); The European Power Electronics Association (Veranst.): 5th European Conference on Power Electronics and Applications (Brighton 1993). Exeter: Short Run Press, 1993, Bd. 5, S. 224–228.
- (9) Beck, H.-P., Hahn, K.: Fahren an der Haftwertgrenze mit Antriebssystemen mit Stromzwischenkreisumrichtern. In: VDI Berichte (1987), Nr. 635, S. 89–104.
- (10) Siemens: Elektrische Hochleistungs-Universallokomotive S 252 mit Drehstromantriebstechnik. Erlangen, 1991 (A19100-V600-B368). – Firmenschrift.

Professor Dr.-Ing. Hans-Peter Beck

Anwendung einer integrativen Lehr- und Lernform in Hochschullehrveranstaltungen Internes und öffentliches Seminar zur „CO₂-Minderungspolitik nach Rio“

Seitdem sich die Bundesrepublik Deutschland auf der Weltkonferenz in Rio im Jahr 1992 dazu verpflichtet hat, ihren CO₂-Ausstoß bis zum Jahr 2005 um 25 bis 30% zu verringern (1), ist das Thema der CO₂-Reduktion in aller Munde. Die Ansichten hierüber differieren jedoch in der Bevölkerung sehr stark, gerade wenn es um die Frage geht, in welcher Weise dieses Ziel zu erreichen ist. Die einen meinen, der Einsatz der Kernenergie sei die Lösung, andere setzen auf die Nutzung der regenerativen Energiequellen, und wieder andere schwören auf energiepolitische Maßnahmen wie zum Beispiel die Durchführung einer ökologischen Steuerreform. Dieses Thema ist aber in seiner ganzen Problematik derart vielschichtig, daß sicher keine der genannten Einzelmaßnahmen allein ausreicht, das gesteckte Ziel zu erreichen – wenn es denn überhaupt erreichbar ist (2).

Neben den konkreten vom Gesetzgeber vorzugebenden Maßnahmen kommt es vor allem darauf an, bereits im Vorfeld das Bewußtsein für die Notwendigkeit zu entwickeln, das geplante Ziel zu erreichen; und hier haben die Hochschulen, und zwar insbesondere die Technischen Universitäten, eine Schlüsselrolle wahrzunehmen. An diesen Bildungseinrichtungen werden in großer Zahl zukünftige Führungskräfte und Experten ausgebildet, die letztlich die zielgerechten Investitionsentscheidungen initiieren bzw. mittragen müssen. So ist eine energie- und rohstofforientierte Hochschule wie die TU Clausthal aufgerufen, den geschilderten Multiplikatoreffekt wahrzunehmen und ihre energie- und umwelttechnisch interessierten Studierenden schon während ihrer Ausbildung an die benannte Problematik heranzuführen. Hierzu sollten die zwei im folgenden näher beschriebenen Seminare einen Beitrag liefern.

Erstes hochschulinternes Energiepolitik-Seminar im Sommer-Semester 1993

Die Prüfungsordnungen der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge an der TU Clausthal sehen seminaristische Veranstaltungen im Hauptstudium vor, um die Eigeninitiativen der Studierenden zu fördern und gleichzeitig die kommunikativen und teamorientierten Aspekte in deren Arbeitsweisen zu stärken, damit sie die diesbezüglichen späteren Anforderungen im Beruf frühzeitig trainieren können.

Eine breite gesellschaftlich relevante Thematik wie die „CO₂-Minderungspolitik“ bietet hierzu gute Voraussetzungen, da die politischen, wirtschaftlichen und technischen Fragestellungen eng miteinander verknüpft sind. Es fühlen sich Studentinnen und Studenten angesprochen, die Grundlagen auf diesen Gebieten mitzubringen oder sie sich erarbeiten wollen.

Auf die Ankündigung des internen Seminars zur „Energiepolitik“ zu Beginn des Sommer-Semesters 1993 hin meldeten sich neunzehn Studentinnen und Studenten aus beiden Fakultäten bei den ausrichtenden Instituten für „Energieverfahrenstechnik“ und für „Elektrische Energietechnik“ des Fachbereiches Maschinen- und Verfahrenstechnik an. In einer Vorbesprechung wurde die im Bild 1 dargestellte Struktur der Projektgruppe beschlossen. Gemäß der im dritten Bericht der Enquete-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“ (3) vorgeschlagenen Aufteilung der Thematik in vier Unterthemen bildeten sich vier Arbeitsgruppen mit je vier Teilnehmern(innen). Ein fünftes dreiköpfiges sogenanntes Schiedsrichterteam übernahm die Aufgabe der Definition eines Kriterienkataloges zum Vergleich der CO₂-Reduktionspotentiale der einzelnen „Energiequellen“

Seminar-
Fragestellung:

CO₂ – Minderung – ja!
Aber wie und womit?

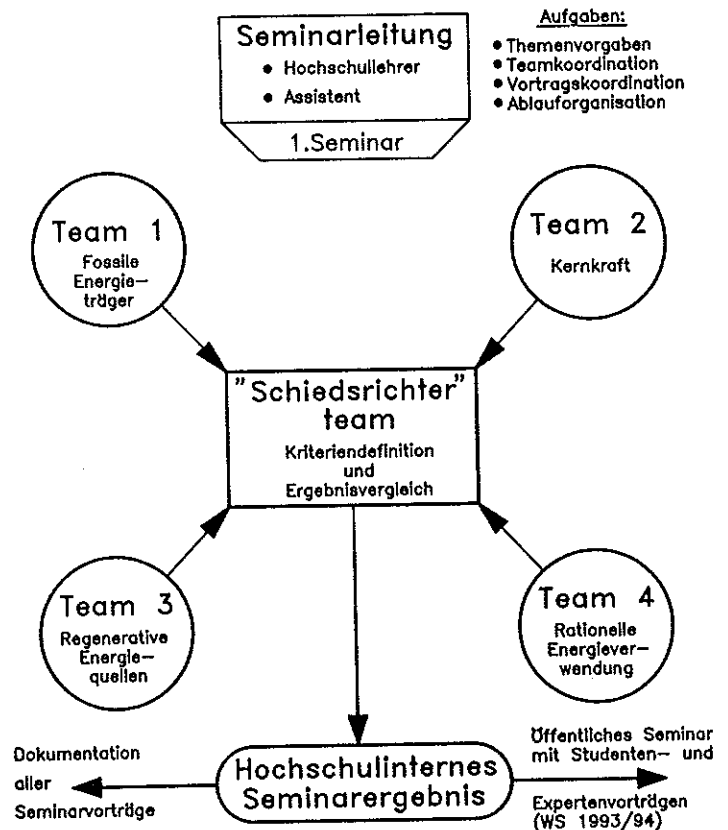


Bild 1: Struktur der hochschulinternen Projektgruppe (Sommer-Semester 1993) zur CO₂-Minderung.

- fossile Energieträger,
- Kernkraft,
- regenerative Energiequellen und
- rationelle Energieverwendung aus
- technischer,
- ökonomischer,
- ökologischer und
- gesellschaftlicher

Sicht. Der Kriterienkatalog, der natürlich für alle vier Arbeitsgruppen gleichermaßen als verbindlich galt, mußte von diesen jeweils für ihre „Energiequelle“ beantwortet und in einer Präsentation vor der gesamten Projektgruppe vertreten werden.

Durch diese Organisationsstruktur wurde, wie sich später zeigte, eine

- selbstorganisierende,
- kommunikative,
- systemübergreifende und
- teamorientierte

Arbeitsgestaltung unterstützt. Dies stand mit den von den Hochschullehrern vorgegebenen Ausbildungszielen der Förderung von

- Eigenverantwortung im Lernen,
- kritischem interdisziplinärem Denken,
- überzeugendem Vortragen eigener Ergebnisse,
- Präsentationstechniken,
- Teamfähigkeit und
- fachlicher Kompetenz im Einklang.

Das Gesamtergebnis wurde schließlich vom Schiedsrichterteam in einer Übersichtsdarstellung dokumentiert und der Projektgruppe am Ende des Seminars vorgetragen.

Hiernach liefert die „Energiequelle Rationale Energieverwendung“ unter den betrachteten Randbedingungen kurzfristig das größte CO₂-Einsparpotential; langfristig bleibt die Option der Nutzung von regenerativen Energiequellen, wobei das Hemmnis der derzeit vorhandenen unzureichenden Wirtschaftlichkeit sehr wohl gesehen wird. Eine konsequente „Internalisierung externer Kosten“ (4, 5) könnte hier helfen, daß die heutigen Energiepreise nicht nur die ökonomische, sondern auch die ökologische Wahrheit sprechen. Auf dieser Basis wäre ein ausgewogener Vergleich zwischen den fossilen und nuklearen Energiequellen auf der einen Seite und den regenerativen Energiequellen auf der anderen Seite möglich.

Dieses hier zugegebenermaßen sehr kurzgefaßte Arbeitsergebnis der Projektgruppe bildete den Ausgangspunkt für ein weiteres internes Seminar, welches in ähnlicher Weise im Sommer-Semester 1994 durchgeführt wurde.

Das erste hochschulinterne Seminar zur Energiepolitik endete mit einer Exkursion in das Forschungsbergwerk für die Endlagerung von radioaktiven Abfällen „Asse“ bei Wolfenbüttel.

Öffentlicher Seminarzyklus zur CO₂-Minderungspolitik im Winter-Semester 1993/94

Während der Laufzeit des internen Seminars wurde im Kreise der Mitglieder des Forum Clausthals (6) diskutiert, ob es nicht an der Zeit wäre, eine öffentliche Veranstaltung zur Energiethematik durchzuführen. Dieser glückliche Umstand ließ das interne Seminar „CO₂-Minderungspolitik nach Rio“ in eine entsprechende Vortragsreihe des Forum Clausthals übergehen, denn man stand der Idee der integrativen Lehr- und Lernform, bei der Experten und Studierende nebeneinander in einer öffentlichen Veranstaltung

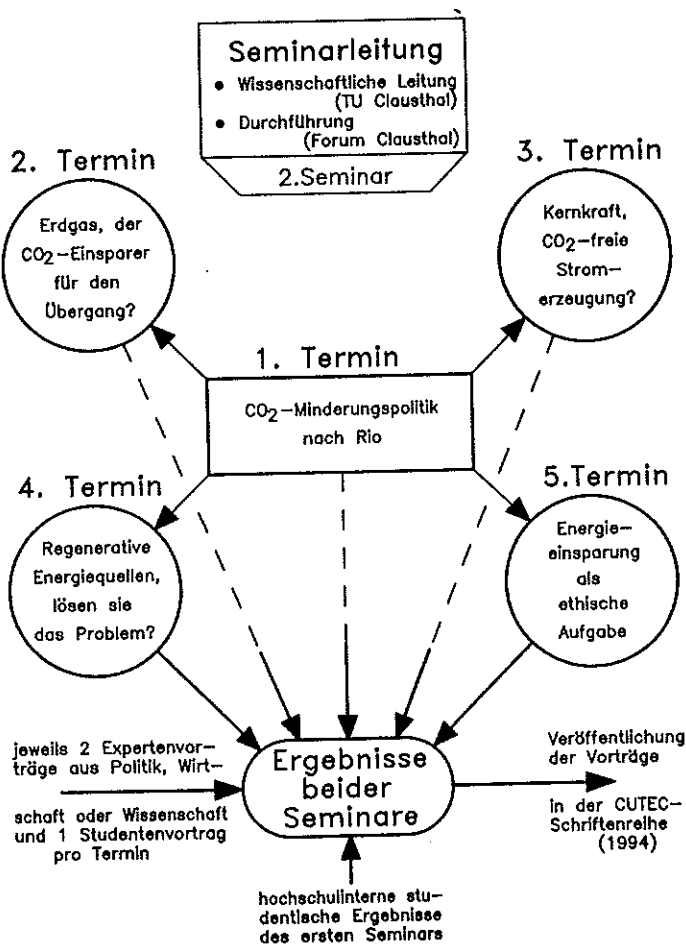


Bild 2: Struktur des öffentlichen Seminarzyklus zur „CO₂-Minderungspolitik“ (Winter-Semester 1993/94).

vortragen und mit dem Publikum diskutieren, sehr offen gegenüber. So kam es, daß unter der wissenschaftlichen Leitung des Verfassers eine Seminarreihe zum Thema „Energiepolitik und CO₂-Minderungspotentiale“ bestehend aus fünf aufeinander abgestimmten Veranstaltungen (siehe Bild 2) aufgestellt werden konnte, zu denen jeweils zwei Experten aus Politik, Wirtschaft oder Wissenschaft eingeladen wurden. Diese erklärten sich bereit, zusammen mit jeweils einem(r) Studenten(in) und einem Moderator aus dem Arbeitskreis „Forum Clausthal“ ein Podium zu bilden, welches dem interessierten Publikum in einer vierstündigen abendlichen Veranstaltung Rede und Antwort stand. Die vortragenden Studierenden rekrutierten sich alle aus dem vorangegangenen Seminar. Sie waren daher fachkompetent und präsentierten sich und ihr Thema mit Erfolg. Dies zeigte auch die rege Teilnahme von Fachleuten aus der Region und der Hochschule sowie der zahlreichen Studierenden.

Zum Gelingen der Veranstaltungen trugen neben den Mitgliedern des Arbeitskreises „Forum Clausthal“ auch das Clausthaler Umwelttechnik-Institut, der Verein von Freunden der TU Clausthal und die Evangelische Studentengemeinde sowie der AstA bei. Ihnen sei auf diesem Wege noch einmal herzlich gedankt.

Schlußbetrachtung

Die Durchführung und Akzeptanz des internen und öffentlichen Seminars zum Thema „Energiepolitik und CO₂-Minderungspotentiale“ bestätigt die Richtigkeit des eingeschlagenen Weges, fachübergreifende Themen mit gesellschaftlicher Relevanz in Form einer studentischen Projektgruppe aufzuarbeiten und mit Experten aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft, Hochschullehrern und Studierenden im gleichberechtigten Nebeneinander und wechselnden Kontakt zu bearbeiten.

Hierbei kommt es vor allem darauf an, die Motivation der Lernenden durch eine nicht einengende Aufgabenstellung zu fördern und ihnen Profilierungsmöglichkeiten bei der Verbreitung der eigenen Arbeitsergebnisse anzubieten. Darüber hinaus sollte der Projektcharakter der Aufgabenstellung durch eine entsprechende Gruppenorganisation betont werden, bei der der Wettbewerbsgedanke zur Vorbereitung einer späteren Berufssituation durchaus erwünscht ist.

Der Erfolg beider Seminare beflügelte die Initiatoren, im Sommer-Semester 1994 ein weiteres internes Seminar zur Energietechnikpolitik zu veranstalten. Bei der Themenauswahl wurde darauf geachtet, daß auch die Ergebnisse der vorangegangenen Seminare Eingang fanden, wodurch eine gewisse Kontinuität gewährleistet war. Auch Studienarbeiten zur Vertiefung der einen oder anderen Aufgabenstellung erwachsen aus dieser Projektarbeit.

Abschließend kann festgestellt werden, daß die gewünschte pädagogische Aufarbeitung des Themas „CO₂-Reduktion und -Minderungspotentiale“ durch die veranstalteten Seminare möglich war. Das in neuerer Zeit oft zitierte Projektstudium hat hier eine erfolgversprechende Variante bekommen, die ohne Änderung der bestehenden Prüfungsordnungen durchgeführt werden kann und einen Teil der angestrebten Ausbildungsziele für den zukünftigen Natur- und Ingenieurwissenschaftler enthält, der nach Aussagen von Industrievertretern als „global player“ arbeiten können sollte.

Literatur:

- (1) Deutscher Bundestag (Hrsg.): Bericht der Bundesregierung über die Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro (3.-14. Juni 1992). Bonn: Verlag Dr. Hans Heger, 1992 (Drucksache 12/3380).
- (2) Eckerle, Konrad; Hofer, Peter; Masuhr, Klaus P.: Prognos AG (Hrsg.): Energie-report 2010. Die energiewirtschaftliche Entwicklung in Deutschland. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1992.
- (3) Deutscher Bundestag (Hrsg.): Dritter Bericht der Enquete-Kommission Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre zum Thema Schutz der Erde. Bonn: Verlag Dr. Hans Heger, 1992 (Drucksache 11/8030).
- (4) Prognos AG (Hrsg.): Die externen Kosten der Energieversorgung. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1992.
- (5) Hohmeyer, O.: Soziale Kosten des Energieverbrauches. 2. Auflage. Berlin: Springer, 1989.
- (6) Jischa, M. F.; Wachlin, K., Forum Clausthal (Hrsg.): Technikbewertung. Eine interdisziplinäre Aufgabe. Clausthal: Papierflieger, 1993.

Lebensdauererhöhung von Antriebskomponenten mittels unterschiedlicher Antriebsregelungen

H.-P. Beck VDI, H. Kayser VDI*, J. Liu* und H. Zenner VDI, Clausthal

Lebensdauererhöhung von Antriebskomponenten mittels unterschiedlicher Antriebsregelungen

von

Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Beck, IEE

Prof. Dr.-Ing. Harald Zenner, IfB

Dr.-Ing. Jiping Liu, IfB

Dipl.-Ing. Hubert Kayser, IEE

Vortrag
auf der Tagung
"Mechanisch-elektrische Antriebstechnik -
- Zukunftssicherung durch Systemoptimierung"
VDI-Gesellschaft Entwicklung Konstruktion Vertrieb

Fulda, 22. und 23. November 1994

© VDI-Verlag, VDI Berichte 1146

Zusammenfassung

In der mechanisch-elektrischen Antriebstechnik treten Überbeanspruchungen auf, die weit über den normalen Beanspruchungen im Betrieb liegen. Gelingt es durch regelungstechnische Maßnahmen die Beanspruchungen zu reduzieren, so kann die Lebensdauer der Antriebskomponenten und damit deren Verfügbarkeit wesentlich erhöht werden.

Inhalt des Vortrages ist die Vorstellung eines Antriebsschutzsystemes beruhend auf einer Gesamtbetrachtung des elektrischen und mechanischen Antriebssystems, welches eine Reduzierung der in den Anlagenkomponenten auftretenden Lastkollektive zum Ziel hat.

Da die Beanspruchungszeitfunktionen im Antriebssystem i.a. nicht bekannt sind, wird die gestellte Aufgabe mittels einer unkonventionellen Antriebsregelung gelöst. Zum Vergleich werden verschiedene Antriebs-Regelkonzepte vorgestellt, wobei auf der Basis bekannter Konzepte mit kaskadierten und Zustands-Regelkreisen durch geeignete Kombination, über einen "Fuzzy-Anlagen-Manager" gesteuert, die gewünschten Effekte erzielt werden. Dabei stehen nur auf der Seite des elektrischen Antriebs Meßsignale zur Verfügung. Um die Realität möglichst genau abzubilden, wird ein Simulationsmodell basierend auf einem existierenden Antriebssystem für eine Gubbettwalzenmühle verwendet.

Im Verbund der Fachgebiete Elektrotechnik (Institut für Elektrische Energietechnik der TU Clausthal) und Maschinenbau (Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit der TU Clausthal) wird die Wirksamkeit des Fuzzy-Anlagen-Managers auf die Erhöhung der Lebensdauer der Antriebskomponenten anhand von Simulationsbeispielen und Betriebsfestigkeitsberechnungen gezeigt.

Beim stationären Arbeitsprozeß liegt ein stationäres Lastmoment vor, dessen Höhe vom Prozeß und von Eigenschaften des Produkts (z.B. Festigkeit und Temperatur des Walzgutes, Korngröße und Härte des Mahlgutes) abhängt. Dem statischen Lastmoment sind in der Regel veränderliche Beanspruchungen, z.B. eine Randombeanspruchung bei der Gutbettwalzenmühle, überlagert, Bild 1.

Beim Beginn und Ende des Arbeitsprozesses steigt das Lastmoment vom Leerlaufmoment auf das stationäre Lastmoment an bzw. umgekehrt. Damit verbunden sind typische Anstiegschwingungen im Antriebssystem, die durch den sogenannten TAF-Wert (TAF - Torque Amplification Factor) charakterisiert werden können.

Im Betrieb können Überlasten auftreten, die die Lebensdauer der Antriebskomponenten verringern. Ursachen für Überlasten können Störungen wie Netzausfall, Fehlbedienung und Fehler im Regelverhalten oder fremd- und eigenregte Schwingungen sein. Bei der Überlast "Knochen" (explosionsartiger Vorgang im Mahlgut) wird an einer Gutbettwalzenmühle eine Drehmomentspitze bis zum Dreifachen des stationären Lastmomentes festgestellt, Bild 1. Der instationäre Betriebszustand "Rattern", Bild 1, tritt bei der Gutbettwalzenmühle auf, wenn Feingut bei erhöhter Walzenumfangsgeschwindigkeit gemahlen wird. Rein phänomenologisch wird die "Ratter"-Schwingung auf einen Abfall des Lastmomentes mit steigender Drehzahl zurückgeführt, was einer negativen Dämpfung entspricht. Die beiden Überlasten stehen in engem Zusammenhang mit dem verfahrenstechnischen Prozeß im Mahlsplatt.

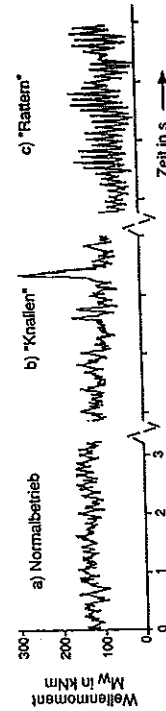


Bild 1: Mechanische Beanspruchungen im Antriebssystem "Gutbettwalzenmühle"

Zur Beschreibung der Beanspruchungen im Antriebssystem werden die Lasteingangsfunktionen (LEF, Lastmoment m_L) bei verschiedenen Betriebszuständen benötigt. Die Lasteingangs-

1. Einleitung

Durch mechanische Schwingbeanspruchungen im mechanisch-elektrischen Antriebssystem können die Lebensdauer und die Verfügbarkeit von Maschinenanlagen beeinträchtigt werden. Mechanische Beanspruchungen der genannten Art sind abhängig von:

- dem Arbeitsprozeß, der die Lasteingangsfunktion (LEF) bestimmt,
- dem mechanischen Teilsystem, das das Schwingungsverhalten des Antriebsstranges bestimmt, und
- dem elektrischen Antrieb und der Antriebsregelung.

Ziel der vorliegenden Untersuchungen ist eine Reduzierung der in den Anlagenkomponenten auftretenden Lastkollektive, um dadurch die Lebensdauer der Anlagenkomponenten zu erhöhen. Für eine optimale Lösung dieses Problems im mechanisch-elektrischen Antriebssystem ist eine ganzheitliche Betrachtung der Teilgebiete erforderlich.

Für die Untersuchungen muß ein geeignetes Simulationsmodell aufgestellt werden. Daher wird zunächst die Modellbildung eines existierenden Antriebssystems an einer Gutbettwalzenmühle durchgeführt [1, 2]. Besondere Berücksichtigung finden dabei die Nichtlinearitäten im mechanischen und elektrischen Teilsystem. Analysiert wird die mechanische Beanspruchung anhand von Meß- und Simulationsergebnissen. Anschließend werden grundlegende Untersuchungen mit vier verschiedenen Varianten der Regelung des Antriebs angestellt.

2. Mechanische Beanspruchung im Antriebssystem, Lasteingangsfunktion

Aufgrund der im Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit IfB vorliegenden Erfahrungen aus zahlreichen Betriebsmessungen an elektrischen Antriebssystemen von Walzgeräten, Gutbett-Walzenmühlen, Schrott-Shreddern, Kugelmühlern, Walzenschüsselmühlern, Pumpenanlagen, Schienenfahrzeugen, Scheren usw., können die mechanischen Beanspruchungen grundsätzlich wie folgt unterschieden werden:

funktionen können in den meisten Fällen nicht direkt gemessen werden. In der vorliegenden Untersuchung an einer Gutbettwalzenmühle werden eine Rampen-Funktion als LEF bei Mahlbeginn und Mahlende und eine Random-Funktion als LEF beim stationären Mahlprozeß angenommen. Zur Abbildung der Überlast "Knallen" wird eine Dreieck-Funktion verwendet. Das "Rattern" wird durch eine Beziehung zwischen der LEF und der Walzendrehzahl nachgebildet, wobei der Gradient dm/dn kleiner Null ist. Die Auftretswahrscheinlichkeit der einzelnen Betriebszustände ist nach der Auswertung von Betriebsmessungen [2] vorgenommen worden.

3. Modellbildung

3.1 Gutbettwalzenmühle

Untersucht wird das Antriebssystem einer Gutbettwalzenmühle. Die Gutbettwalzenmühle stellt eine neue Bauart von Walzenmühlen dar, die sich insbesondere durch die Energieersparnis auszeichnet. Starke Torsionsschwingungen treten bei hoher Walzenumfangsgeschwindigkeit und feinem Mahlgut auf. Eine Verringerung dieser Schwingungen ist insbesondere auch hinsichtlich der Verwendung der Gutbettwalzenmühle bei Feinstmahlung von großem Interesse.

Die untersuchte Gutbettwalzenmühle steht im Original im Institut für Aufbereitung der TU Clausthal. Mehrere Untersuchungen zur Klärung verfahrenstechnischer und mechanischer bzw. antriebstechnischer Fragestellungen sind an dieser Gutbettwalzenmühle bisher durchgeführt worden [1, 2, 3].

Angetrieben wird die Mühle über einen drehzahlgeregelten Gleichstrom-Nebenschlußmotor mit einer Leistung von 33 kW. Über einen Zahnriementrieb, eine elektromagnetische Lamellenkupplung und ein Kammwalzgetriebe wird das Drehmoment auf beide Walzen verteilt. Bild 2. Die Kupplung dient als Anlauf- und Sicherheitskupplung. Sie löst beim vierfachen Nennmoment aus. Die Baugröße der Gutbettwalzenmühle wird charakterisiert durch den Walzenmoment aus. Die Durchmesser der Gutbettwalzenmühle von $B = 100$ mm. Durch den geringen Durchmesser von $D = 200$ mm und die Walzenbreite von $n = 10 \dots 300 \text{ min}^{-1}$ eingestellt Gleichstrommotor kann ein Drehzahlbereich der Walzen von $n = 10 \dots 300 \text{ min}^{-1}$ eingestellt werden.

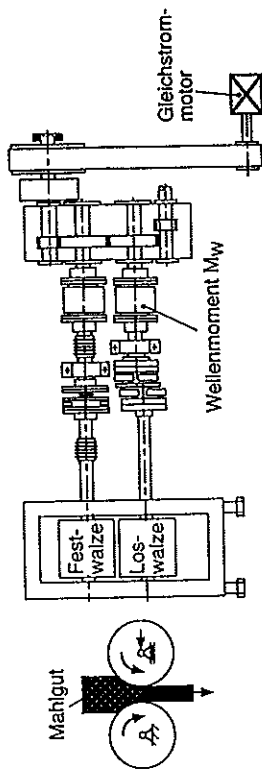


Bild 2: Schematische Darstellung des Antriebssystems Gutbettwalzenmühle

Die Parameter des mechanischen Teilsystems werden ausgehend von der Konstruktionszeichnung der Gutbettwalzenmühle berechnet [1]. Zur Vereinfachung des Rechenmodells wird eine Reduktion der Freiheitsgrade nach Di durchgeführt. Das mechanische Teilsystem wird schließlich für die vorliegende Untersuchung auf einen Zwei-Massen-Schwinger reduziert. Der Signallaufplan des mechanischen und elektrischen Systems ist in Bild 3 dargestellt.

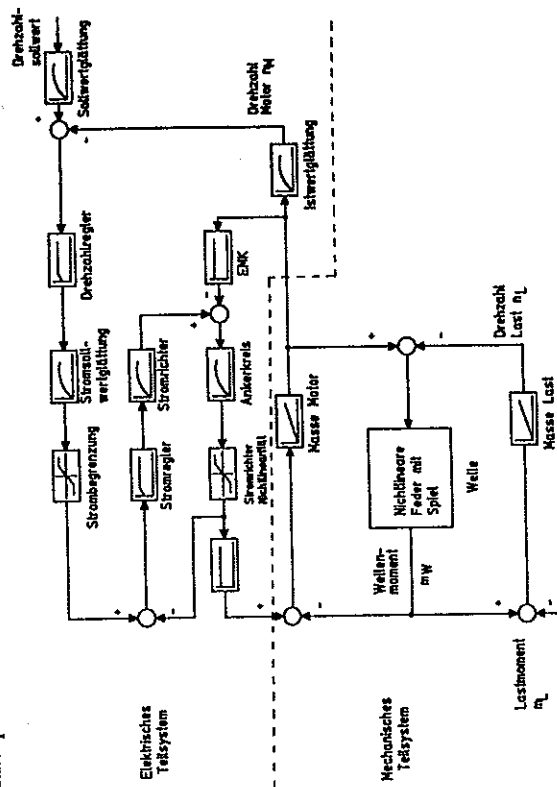


Bild 3: Signallaufplan für das mechanische und das elektrische Teilsystem des Antriebs.

Bild 4. rechts zeigt die simulierten Zeitverläufe des Wellenmomentes m_w für die Betriebszustände Normalbetrieb, "Knallen" und "Rattern", wobei die in Kapitel 2 vorgestellten Lasteingangsfunktionen verwendet wurden. Mit Hilfe des vorgestellten Modells und der entsprechenden LEF werden die gemessenen Betriebsbeanspruchungen, Bild 4. links gut wiedergegeben.

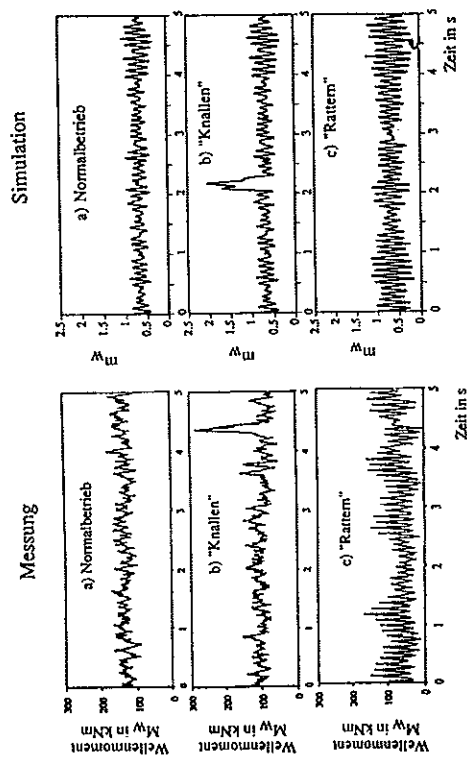


Bild 4. Vergleich zwischen gemessenen und simulierten Beanspruchungsfunktionen

3.2 Nichtlinearitäten

Zur Berücksichtigung der mechanischen Nichtlinearität wird die Antriebswelle einschließlich Zahnriementrieb, Gelenkwelle und Kupplung mit Hilfe einer progressiven Federkennlinie und einem Spiel von 5° abgebildet /4/.

Im elektrischen Teilsystem werden folgende Nichtlinearitäten berücksichtigt:

- Die Strombegrenzung durch Stromrichter und Maschine.
Der Strom wurde in beiden Richtungen auf das 2,5-fache des Nennstroms begrenzt.
- Die momentenlose Pause bei einer Umsteuerung des Motormomentes.
Die momentenlose Pause beträgt $T_p = 6$ ms und entspricht damit den bei gängigen Gleichstromantrieben auftretenden Pausen. Die gesamte Umsteuerzeit beträgt $T_{ij} = 19$ ms.

Die variable Totzeit des 6-Puls-Stromrichters ($T_{\min} = 0$ ms, $T_{\max} = 3,3$ ms) wird zunächst nicht berücksichtigt (Annahme: PT_1 -Verhalten).

Randbedingung dieser Betrachtungen ist auch die Tatsache, daß die Untersuchungen in späteren Phasen auf den Drehstromantriebsbereich ausgedehnt werden sollen (Vier-Quadranten-Antrieb steht zur Verfügung).

Für die vorliegenden Untersuchungen wird ein Modell mit elektrischen und mechanischen Nichtlinearitäten eingesetzt. Frühere Untersuchungen arbeiteten mit einem linearen Modell. Das lineare Modell gibt jedoch die realen Verhältnisse ungenau wieder. Die Nichtlinearitäten werden dem Umsteuervorgang eines realen Umkehrstromrichters, der im Institut für Elektrische Energietechnik vorhanden ist, nachgebildet.

4. Regelkonzepte

Im Rahmen von Forschungsarbeiten am Institut für elektrische Energietechnik IEE wurden verschiedene Untersuchungen bzgl. der Wirksamkeit von Wellenmomentregelungen, die den Stand der Technik auf diesem Gebiet verkörpern, durchgeführt /5, 6/.

4.1 Drehzahlregelung

Das Drehzahlregelkonzept (Stand der Technik) bezieht sich im wesentlichen auf das Strukturbild, Bild 3. Das elektrische Teilsystem besteht hierbei aus einem Drehzahlregelkreis mit unterlagertem Stromregelkreis. Für das Führungsverhalten werden kurze Anregelzeiten und für das Störverhalten ein geringes Drehmoment in der Welle gefordert /1, 7/.

4.2 Wellenmomentregelung

Bei dieser Variante wurde eine Drehzahlregelung mit einer unterlagerten Wellenmomentregelung entworfen und am Modell simulationstechnisch untersucht /8/.

4.3 Zustandsregelung

Das zur Zeit häufigst diskutierte Regelkonzept ist das des Zustandsreglers. Ein Zustandsregler liefert nach der bekannten Systemtheorie besonders gute Ergebnisse, wenn die Regelstrecke linear ist und die Zustandsgrößen meßbar sind. Beides ist bei Antriebsregelungen in der Praxis meistens nicht gegeben. Die Zustandsgrößen müssen daher über einen Beobachter ermittelt werden. Ein möglicher Beobachter könnte u.a. die Zustandsgrößen Motordrehzahl, Lastdrehzahl und Wellenmoment liefern. Da ein Beobachter die Regelergebnisse bezogen auf den Fall mit gemessenen Zustandsgrößen nur ungünstiger gestalten kann, werden für diese Untersuchungen die gemessenen Zustandsgrößen verwendet.

4.4 Fuzzy-Regelung, Fuzzy-Antriebsschutz-Regler

Bei dieser Variante wird ausschließlich das Signal des Wellenmomentes m_w über einen Fuzzy-Regler vor den Drehzahlregler geführt. Bild 5 verdeutlicht diese Struktur.

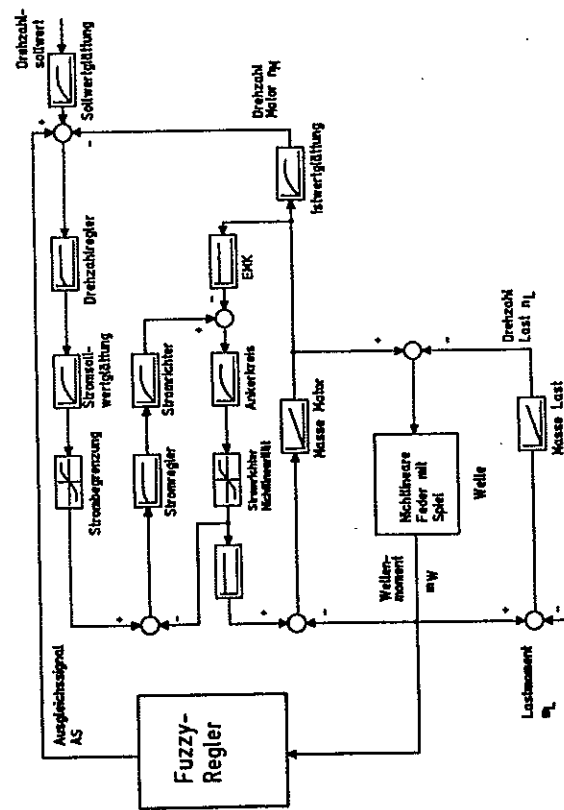


Bild 5: Konzept der Fuzzy-Regelung, Fuzzy-Antriebsschutzregler

Der Fuzzy-Regler wird als sogenannter Fuzzy-Antriebsschutz-Regler parallel zu den konventionellen Regelkreisen geführt und nicht direkt in einen der beiden Regelkreise eingebunden. Eine solche parallele Führung hat u.a. den Vorteil, daß die vorhandenen Regelkreise in ihrer Stabilität nicht beeinträchtigt werden.

4.5 Fuzzy-Anlagen-Manager

Denkbar wäre ebenso, den Fuzzy-Antriebsschutzregler als übergeordneten Fuzzy-Anlagen-Manager einzusetzen, wobei dieser um weitere Funktionen zu ergänzen wäre, siehe Bild 6. Aufgrund des in den Regeln festgehaltenen Erfahrungswissens der Anlagenführer oder auch des Anlagenherstellers kann so rechtzeitig ein entsprechendes Ausgleichssignal generiert und die nötigen Maßnahmen automatisch eingeleitet werden. Ein solcher Fuzzy-Anlagen-Manager kann z.B. eigenständig auf unterschiedliches Mahlgut, auf beginnendes "Rattern", wie auch auf System-Parameter-Änderungen infolge Verschleißes reagieren.

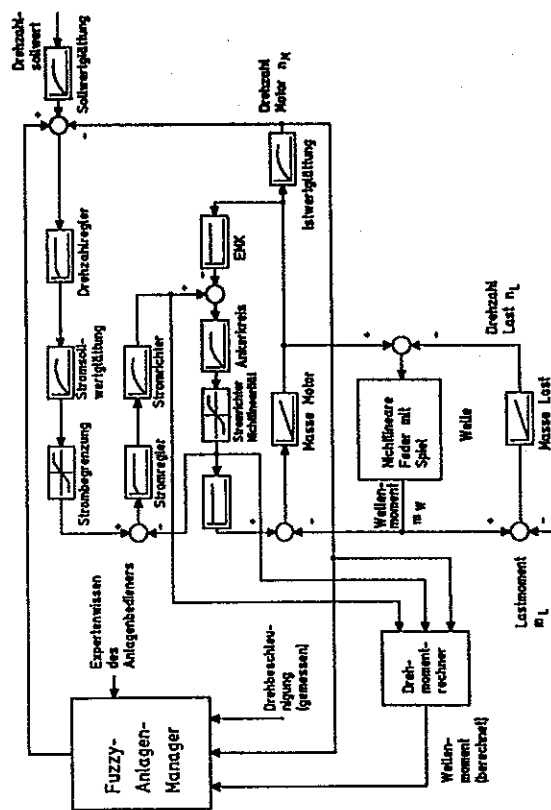


Bild 6: Konzept des Fuzzy-Antriebsschutzreglers als Fuzzy-Anlagen-Manager

5. Bewertungskriterien

Ein mechanisch-elektrischer Antrieb muß in erster Linie die verfahrenstechnischen Anforderungen erfüllen. Für einen Walzwerksantrieb in einer Fertigstraße muß z.B. die Drehzahl der Walze hinreichend konstant gehalten werden, damit der Walzprozeß störungsfrei ablaufen kann. Hier besteht nur ein geringer Freiheitsgrad für den Fuzzy-Antriebschutzregler den Drehzahl Sollwert zu beeinflussen. Im Vordergrund steht hier die Havariesicherung /5, 6/. Es gibt aber auch Anwendungsfälle, bei denen die Anforderungen an eine konstante Drehzahl nicht so streng genommen werden müssen. Bei der Gubettwalzenmühle ist beispielsweise eine Abweichung von $\pm 10\%$ von der Sollzahl tolerierbar. Hier hat ein Fuzzy-Antriebschutzregler mehr Spielraum einzugreifen.

Ein weiteres Kriterium zur Beurteilung sind die zu messenden bzw. zu beobachtenden Zustandsgrößen. Je höher der Aufwand zur Messung und Beobachtung dieser Größen ist, desto geringer wird die Akzeptanz des Regelkonzepts bei der praktischen Anwendung sein. Die Lastdrehzahl, die bei der Zustandsregelung notwendig ist, läßt sich beispielsweise i.d.R. schwierig ermitteln.

Darüber hinaus spielt die Robustheit der Regler in der Praxis eine wesentliche Rolle. Rauschen und Störungen in den Meßsignalen, Abweichungen und Änderungen in den Systemparametern, Nichtlinearitäten und Ungenauigkeiten bei der Modellierung der Regelstrecke, die in der Praxis nicht zu vermeiden sind, müssen von den Reglern im ausreichenden Maß toleriert werden, ohne daß der Regelkreis instabil wird.

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist, s. Kapitel 1, die Reduzierung der in den Anlagenkomponenten auftretenden Lastkollektive und damit eine Erhöhung der Lebensdauer. Daher wird die Höhe der Beanspruchung in dem Antriebssystem als wesentliches Bewertungskriterium der Regelkonzepte angesehen. Aus Sicht der Betriebsfestigkeit ist nicht die maximale Beanspruchung, sondern die Häufigkeitsverteilung der Beanspruchungsamplitude für die Lebensdauer der Bauteile maßgebend /9/. Zur Bewertung der Beanspruchungshöhe und -häufigkeit muß eine Lebensdauer- bzw. eine Schädigungsrechnung durchgeführt werden /10/.

Zur Bewertung der Regelkonzepte in diesem Sinn wird zunächst die Beanspruchungszeitfunktion bei gegebener LEF berechnet. Aus der Beanspruchungszeitfunktion der Wellenmomente wird durch eine statistische Aus-

wertung, hier durch eine Klassierung nach dem Rainflow-Verfahren, die Häufigkeitsverteilung der Amplitude und des Mittelwertes der Beanspruchung (Kollektiv) ermittelt. Für die so erhaltene Häufigkeitsverteilung der Beanspruchung wird eine Schädigungsrechnung unter Annahme einer Bauteilwöhlerlinie mit der Neigung $k = 5$ durchgeführt. Als Maß für die Beanspruchungshöhe wird anschließend die Gesamtschädigung ermittelt. Je kleiner die Gesamtschädigung ist, desto besser ist die Güte der Regelung im Hinblick auf die Reduzierung der mechanischen Beanspruchung. Das Prinzip der Bewertung ist in Bild 7 dargestellt.

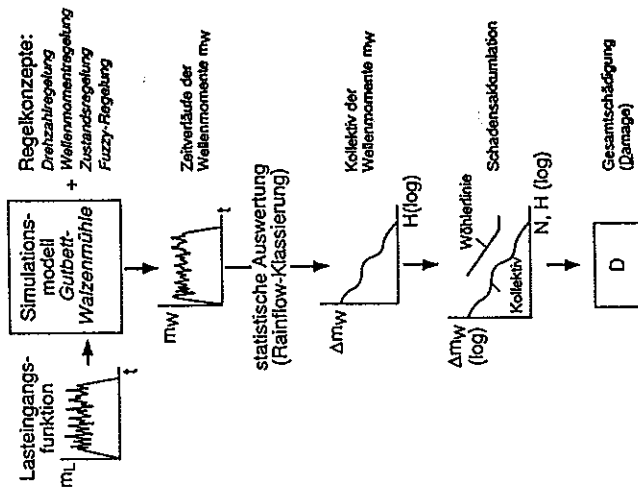


Bild 7: Bewertung der Regelkonzepte

6. Auswirkung der Regelkonzepte auf die mechanische Beanspruchung

Zur Beurteilung der Auswirkung der genannten Regelkonzepte auf die mechanische Beanspruchung werden zunächst die Zeitverläufe des Wellenmoments und der Drehzahl unter den in Abschnitt 5 genannten Kriterien betrachtet und anschließend die Ergebnisse anhand der Schädigungsrechnung für die ermittelten Lastkollektive dargestellt.

6.1 Beanspruchungszeitfunktionen

In Bild 8 sind jeweils die Beanspruchungszeitfunktionen von Wellenmoment m_W und Motordrehzahl n_M für jedes der vier Regelkonzepte beim nichtlinearen System untereinander aufgeführt.

Drehzahlregelung

Als Referenzgröße werden jeweils die Beanspruchungszeitfunktionen des Wellenmomentes und der Motordrehzahl angegeben (=100%-Fall). Diese Regelung entspricht dem heutigen Stand der Technik bei den meisten GS-Antrieben in der Walzwerks- und Mühlentechnik.

Wellenmomentregelung

Gegenüber der Drehzahlregelung sind allein in den Beanspruchungszeitfunktionen erhebliche Reduzierungen der Dynamik des Wellenmomentes zu erkennen. Ein größerer Drehzahlbruch tritt allerdings beim Mahlbeginn und bei der Überlast "Knallen" auf.

Zustandsregelung

Ein Zustandsregler kann sehr gut zur Reduzierung der Dynamik des Wellenmomentes eingesetzt werden, Bild 8. Voraussetzung dafür ist allerdings die Meßbarkeit der Zustandsgrößen. Für die hier geschilderten Untersuchungen wurden die Zustandsgrößen direkt aus dem Simulationsmodell entnommen und, wie erwähnt, nicht über einen Beobachter geschätzt. Die Beanspruchungszeitfunktionen in Bild 8 zeigen die Auswirkungen einer solchen Zustandsregelung auf die Reduzierung der Dynamik des Wellenmomentes. Es ist deutlich zu erkennen, daß im stationären Betrieb die Dynamik des Wellenmomentes erheblich reduziert werden kann.

Fuzzy-Regelung. Fuzzy-Antriebschutzregler

Die in Bild 8 gezeigten Beanspruchungszeitfunktionen verdeutlichen, daß der Einsatz der Fuzzy-Regelung erhebliche Verbesserungen im Hinblick auf die Reduzierung der Pendelungen

des auftretenden Wellenmomentes mit sich bringt. Gleichzeitig wird die Motordrehzahl nahezu konstant gehalten. Beim Anstichvorgang, bzw. bei der Überlast "Knallen" sind keine größeren Einbrüche festzustellen.

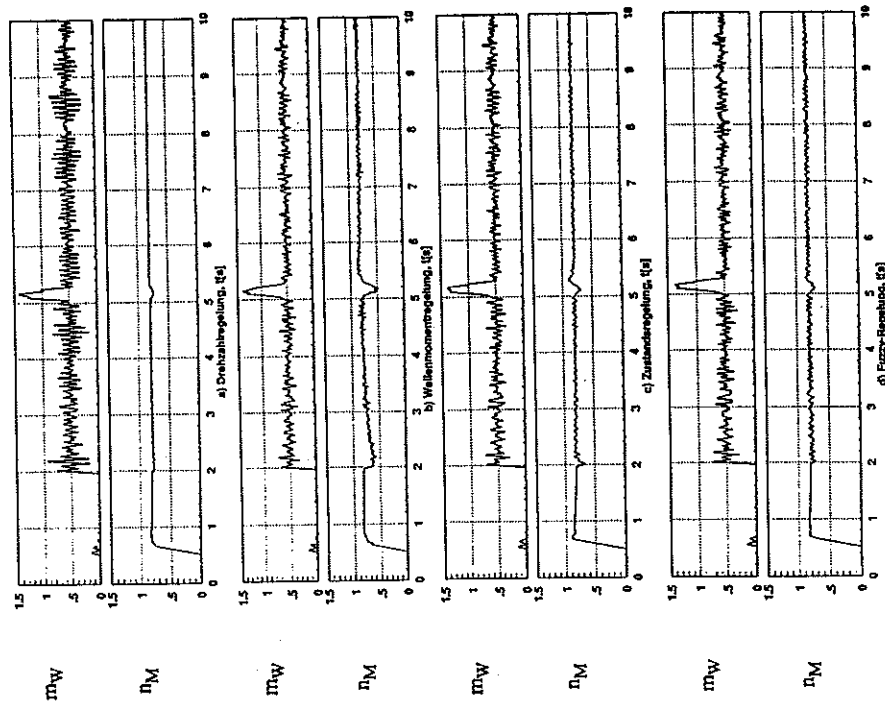


Bild 8. Simulationsergebnisse, dargestellt sind jeweils Wellenmoment m_W und Motordrehzahl n_M . Für alle Simulationen wurde die gleiche LEF verwendet, ebenso wurde jeweils die gleiche Solidrehzahl vorgegeben: (normiertes System).

6.2 Lastkollektiv

Für die untersuchten vier Regelkonzepte werden unter Annahme der statistisch gewichteten Lasteingangsfunktionen die Beanspruchungszeitfunktionen der Wellenmomente durch Simulation bestimmt. Diese Beanspruchungszeitfunktionen werden dann nach den in Abschnitt 5 aufgeführten Kriterien bewertet. Die ermittelten Kollektive der Wellenmomente sind in Bild 9, oben, die entsprechende Lebensdauerverlängerung gegenüber der Drehzahlregelung in Bild 9, unten dargestellt.

Ausgegangen wird von der Drehzahlregelung mit dem nichtlinearen System als Referenz / Bezugsfall. Die Lebensdauer der Antriebskomponenten wird dabei gleich Eins gesetzt. Durch die "Wellenmomentregelung" wird die Dynamik des Wellenmoments verringert. Dies entspricht einer Lebensdauerverlängerung bzw. einer Minderung der Schädigung um das ca. 19-fache. Schädigungsmäßig bewirkt eine Zustandsregelung eine Minderung der Beanspruchung um das 26-fache, unter der Voraussetzung, daß Original-Zustandsgrößen verwendet werden könnten.

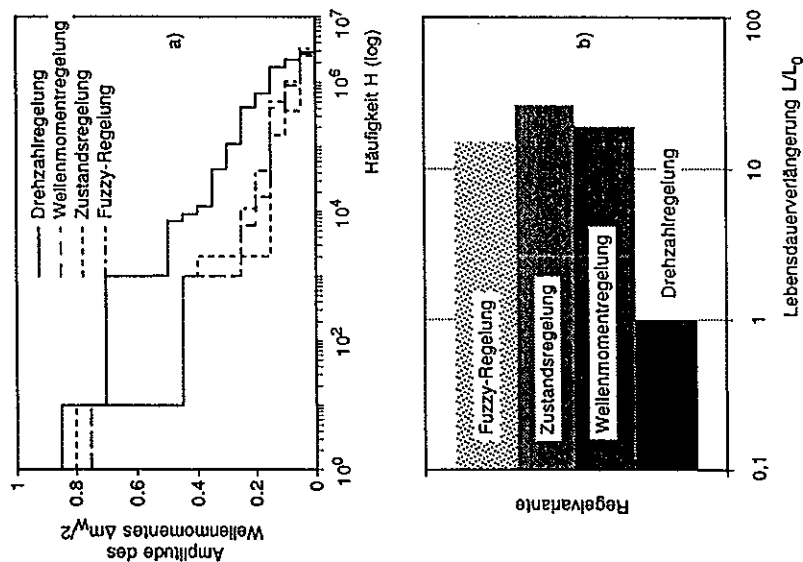


Bild 9: Einfluß der Regelkonzepte auf die mechanische Beanspruchung

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß bei Nichtlinearitäten im mechanischen Teilsystem die Schädigung im Fall "Drehzahlregelung" höher als bei einem linearen Modell liegt, wie frühere Untersuchungen belegen.

Eine Lebensdauerverlängerung um das 16-fache läßt sich ebenfalls durch eine einfache "Fuzzy-Regelung" erzielen. Achtet man gleichzeitig auf die Beibehaltung einer nahezu konstanten Drehzahl des Antriebes, so erzielt diese Regelvariante gegenüber der "Wellenmomentregelung" einen Vorteil.

7. Ausblick, Anmerkungen

Am Beispiel eines existierenden Antriebssystems einer Gubtwellenmühle werden verschiedene Regelkonzepte im Hinblick auf ihre Fähigkeit zur Reduzierung der in den Anlagenkomponenten auftretenden Lastkollektive untersucht. Ausgehend von den Betriebsmessungen an zahlreichen elektrischen Antriebssystemen bestehender Anlagen wurde eine repräsentative Lasteingangsfunktion für die Simulation generiert und am Modell des geregelten Antriebs getestet. Mit Hilfe einer Schädigungsrechnung werden die untersuchten Regelkonzepte im Hinblick auf die mechanische Beanspruchung bewertet.

Danach können die folgenden Aussagen gemacht werden:

Durch eine "Wellenmomentregelung" bzw. durch eine "Zustandsregelung" kann die mechanische Beanspruchung im untersuchten nichtlinearen System gegenüber der "Drehzahlregelung" wesentlich verringert werden. Die Beobachtung des Wellenmoments einer Gleichstrommaschine bereitet grundsätzlich keine Schwierigkeiten. Das Wellenmoment kann z.B. über einen Drehmomentrechner ermittelt werden. Als Nachteil dieser zwei Regelkonzepte bleibt allerdings festzustellen, daß die Drehzahlen auf der Motor- und Lastseite je nach Belastung abfallen bzw. einbrechen und der Toleranzbereich von $\pm 10\%$ verlassen wird. Bei der Wellenmomentregelung müssen ferner die Parameter des Drehzahlreglers modifiziert werden, wodurch die Drehzahlregelzeit verlängert wird.

Dieser Nachteil tritt bei der Regelvariante "Fuzzy-Regelung" nicht auf. Dort wird eine Reduzierung der Beanspruchung im Antriebsstrang mit geringem Einbruch der Antriebsdrehzahl bei auftretenden Überlasten erzielt. Außerdem ist keine Adaption des vorhandenen Drehzahlreglers erforderlich.

Ausblickend kann gesagt werden, daß eine Lösung der genannten Aufgabenstellung durch den Einsatz von Fuzzy-Logik erzielt werden kann. Der Einsatz der genannten Technik bietet sich an, da die nötigen Zustandsgrößen, bzw. exakte mathematische Modelle von Anlagen i.d.R. nur schwer ermittelbar sind. Ferner kann Expertenwissen der Anlagenbediener in die Fuzzy-Regelungs-Konzepte einfließen.

Als nächster Schritt ist vorgesehen, den Fuzzy-Antriebsschutzregler experimentell an einem Prüfstand zu testen und in Zukunft auch auf den Drehstromantriebsbereich zu übertragen.

Im Rahmen des Schwerpunktprogrammes "Systemintegration elektrischer Antriebe" wird dieses Forschungsvorhaben (im Verbund Maschinenbau - Elektrotechnik) von der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG gefördert.

8. Literaturverzeichnis

- /1/ Sitzmann, G.
Ermittlung von Lasteingangsfunktionen durch dynamische Systemanalyse am Beispiel eines Walzgerüsts und einer Gubbettwalzenmühle
Diss. TU Clausthal, 1990
- /2/ Gehlken, Chr.
Analyse von Betriebsbeanspruchungen zur lebensdauerorientierten Auslegung verfahrenstechnischer Maschinen
Diss. TU Clausthal, 1992
- /3/ Lubjahn, U.
Materialtransport und Druckverteilung im Spalt der Gubbettwalzenmühle.
Diss. TU Clausthal, 1992; Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 3, Nr.298, 1992

- /4/ Rohde, W. H.
Beurteilung und Optimierung von Maschinensystemen in der Entwurfsphase
Diss. TU Clausthal, 1977
- /5/ Beck, H.-P.; Zenner, H.
Elektronische Einrichtung zur Minimierung der Überlasten in Antriebswellen von Walzgerüsten
VDEh, Stahl und Eisen 3/1992, Düsseldorf
- /6/ Kayser, H.
Electronic Equipment for the Prevention of Damages in a rolling mill system
International Conference "Metal Forming '92", Krakau, Polen, 1992
- /7/ Buxbaum, A.; Schierau, K.
Berechnung von Regelkreisen in der Antriebstechnik
4. Auflage, AEG-Telefunken, 1980
- /8/ Wolff, U.
Antriebsregelung bei Wellentorsion
Diss. TH Darmstadt, 1989
- /9/ Jung, L.; Zenner, H.; Esderts, A.
Betriebsfeste Bemessung antriebstechnischer Komponenten
Antriebstechnisches Kolloquium Aachen, 1993
- /10/ Zenner, H.; Liu, J.
Vorschlag zur Verbesserung der Lebensdauerabschätzung nach dem Nennspannungskonzept
Konstruktion 44 (1992), S. 9-17

Windenergiekonverter mit maximaler Energieausbeute am leistungsschwachen Netz

Die Nutzung der Windenergie an abgelegenen Standorten mit guten Windverhältnissen ist meistens mit hohen Investitionskosten für die Netzanbindung verbunden. Der Einsatz von Windenergiekonvertern (WEK), die für den Netz-Parallelbetrieb konzipiert sind, erfordert einen Ausbau des Verteilernetzes bzw. die Installation eines Netzzanschlusses mit einer Netzkurzschlußleistung, die nach den gültigen Vorschriften mindestens das 60-fache der Anlagennennleistung ausmacht. Aus diesem Grund wurde für den Betrieb an leistungsschwachen Netzen, bzw. Inselnetzen, welche die genannte Forderung nicht erfüllen, ein geeigneter WEK konzipiert und dessen Betriebsverhalten untersucht. Die Konzipierung erfolgte unter dem Gesichtspunkt einer möglichst hohen Energieausbeute bei möglichst geringen Schwankungen der an das Netz abgegebenen elektrischen Leistung.

Leistungsmerkmale

- Glättung der windbedingten Leistungsschwankungen,
- geringe Netzzrückwirkungen, wie z. B. Vermeidung von zwischenharmonischen Stromüberschwingungen,
- hoher Nutzungsgrad der Windenergie

Anwendungsbereiche

Energieversorgungsunternehmen, Hersteller und Betreiber von Windanlagen.

Entwicklungsstand

Mit Hilfe eines drehzahlvariablen Energiewandlersystems (Synchrongenerator mit Zwischenkreisumrichter) konnte durch Anpassung der Drehzahl an die herrschende Windgeschwindigkeit die Voraussetzung für

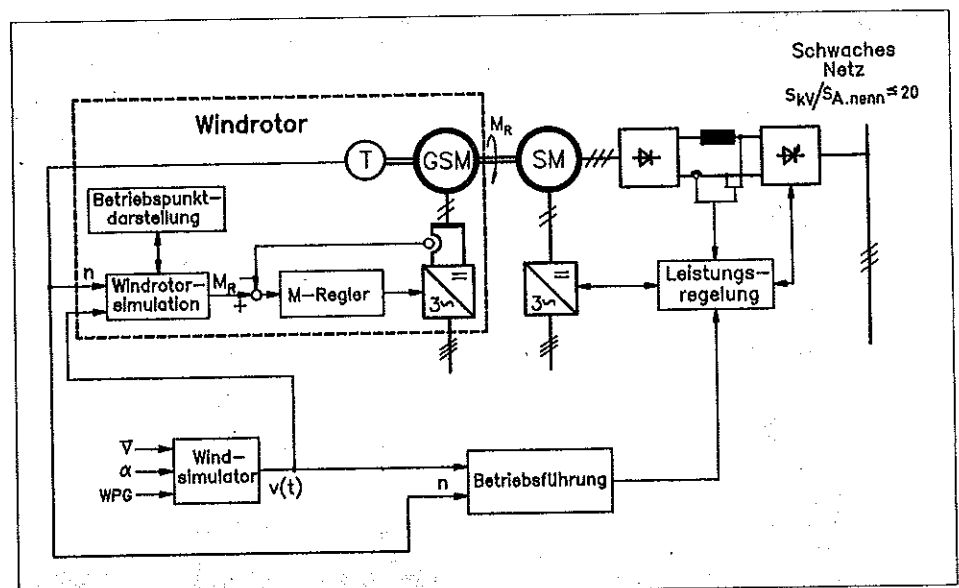
eine hohe Energieausbeute geschaffen werden. Durch geeignete Leistungsregelverfahren war es möglich, neben einer hohen Energieausbeute, die Speichereigenschaften der Rotormasse zu einer weitgehenden Glättung der kurzfristigen Leistungsschwankungen des Windes auszunutzen. Gleichzeitig wurde eine Reduzierung der für einen stabilen Betrieb erforderlichen Netzkurzschlußleistung auf das 20-fache der Nennleistung des WEK erreicht. Hierzu leistete das neuartige Regelprinzip einen besonderen Beitrag. Mit dem "Zwei-Stellgrößen"-Verfahren wurde über den Steuerwinkel des Wechselrichters eine genügend hohe Regeldynamik und gleichzeitig über den Erregerkreis des Generators ein breiter Drehzahl-Regelbereich erzielt. Die hohe Regeldynamik ist notwendig, um auch bei Spannungsänderungen im leistungsschwachen Netz einen stabilen Betrieb des WEK zu gewährleisten.

Windenergiekonverter

Die durch den Zwischenkreis-Umrichter verursachten drehzahlabhängigen Netz-Stromüberschwingungsbelastungen ließen sich durch einen speziellen Zwischenkreisfilter beseitigen. Darüberhinaus wurden dadurch auch die im Zwischenkreis entstehenden Stromschwebungen unterdrückt und damit die Leistungsschwankungen mit Unterschwingungsfrequenz im Netz sowie Drehmomentpendlungen des Generators vermieden.

Der Windenergiekonverter ist als Prototyp vorhanden und es wurden auf dem Prüfstand diverse Messungen vorgenommen. Kontakte zur Industrie werden gesucht.

Technische Universität Clausthal
Institut für Elektrische Energietechnik
Prof. Dr.-Ing. H.-P. Beck
Dipl.-Ing. C. Sourkounis



Prüfstandaufbau zur Nachbildung des Betriebsverhaltens eines Windkonverters

Patentanmeldung

Aktenzeichen: P4435775.3

Anmeldedatum: 06.10.1994

Erfinder: Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Beck
Dipl.-Ing. Bernd Engel

Bezeichnung der Erfindung:

Verfahren zur Kraftschlußregelung mit Torsionsschwingungsunterdrückung im Antriebsstrang für Triebfahrzeuge mit stromrichter gespeisten Fahrmotoren

Zusammenfassung:

Die Erfindung bezieht sich auf eine Technologieregelung **(1)** des elektrischen Fahrmotors **(8)** einer Lokomotive in der Art, daß erstens die Torsionsschwingungen im mechanischen Antriebsstrang aktiv gedämpft werden und zweitens die Differenzdrehzahl zwischen Rad und Schiene so eingestellt wird, daß sich der Arbeitspunkt im gewünschten, stabilen Bereich der Kraftschlußkennlinie befindet. Dadurch ist eine Erhöhung der Lebensdauer der mechanischen Komponenten und eine höhere Zugkraftausnutzung möglich.

Die Erfindung basiert auf der Modellierung des Antriebsstranges als Dreimassenschwinger mit Massenträgheiten von Fahrmotor **(9)**, Treibrad 1 **(11)** und Treibrad 2 **(12)**. Der aktive Antriebsstrangbedämpfungsregler **(3)** ersetzt den üblichen, reinen Motordrehzahlregler und gewichtet zusätzlich bei der Berechnung des Sollwertes für das Luftspaltpmoment M_i^* die Wellenmomente M_{12} und M_{23} sowie die Drehzahlen der Räder. Da aus betrieblichen Gründen eine Messung der zusätzlichen Größen ausgeschlossen ist, wird eine Schätzeinrichtung **(2)** vorgeschlagen. Diese berechnet die Wellenmomente und die unbekannten Drehzahlen aus der gemessenen Drehzahl n_1 **(10)** der elektrischen Maschine und dem Luftspaltpmoment M_i **(5)**, das aus den elektrischen Klemmengrößen **(13)** bestimmt wird. Durch die Schätzeinrichtung und den Antriebsstrangbedämpfungsregler können neue Kraftschlußregelungen **(4)** angegeben werden.

(s. Fig.1)

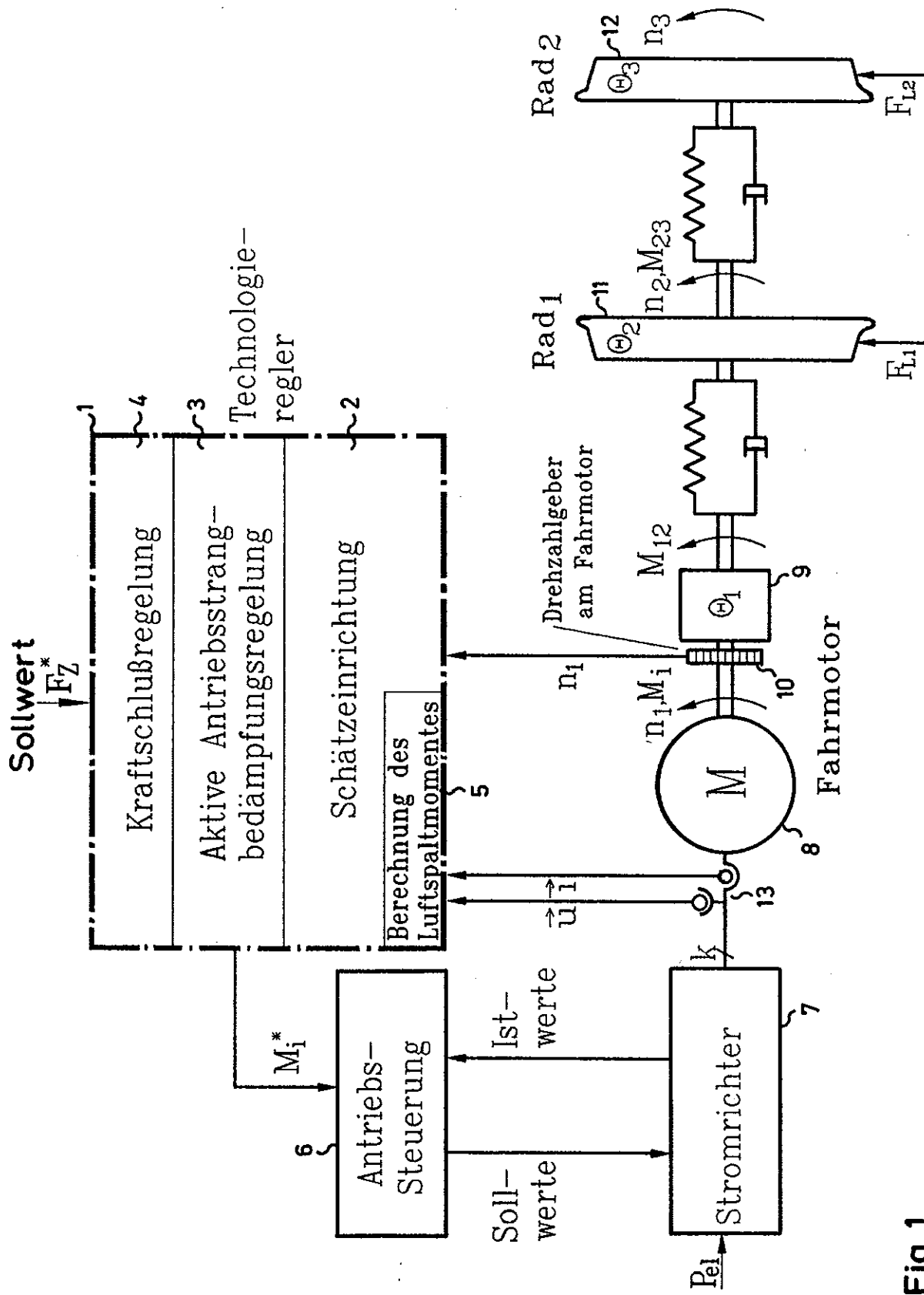


Fig. 1

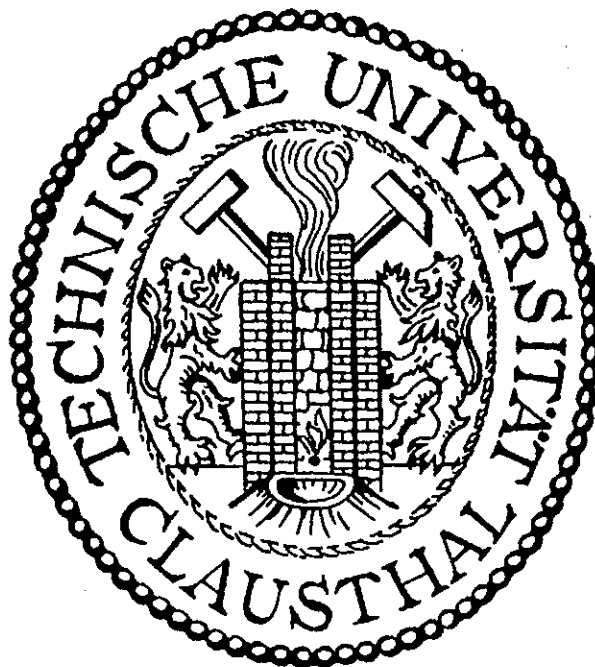
DFG-ANTRAG FÜR EIN GRADUIERTENKOLLEG

MIT DEM THEMA

„METHANOL-BRENNSTOFFZELLE FÜR DEN MOBILEN EINSATZ“

DER

TECHNISCHEN UNIVERSITÄT CLAUSTHAL



Adolph-Roemer-Straße 2A
D-38678 Clausthal-Zellerfeld
Tel.: 05323/72-0
Fax.: 05323/72-3500

Präambel

Das Thema des vorgesehenen Graduiertenkollegs ist auf das Profil der TU Clausthal zugeschnitten durch

- die Verbindung der ausgewiesenen naturwissenschaftlichen, verfahrenstechnischen, elektrotechnischen und bergbaulichen Arbeitsrichtungen
- die Nähe zu besonders betroffenen Industriezweigen (niedersächsischer Salzbergbau) als potentielle Anwender.

Zur Einbindung praktischer Erfahrung Dritter wurden auswärtige Spezialisten an der Ausbildung beteiligt. Die Struktur des Graduiertenkollegs ist so angelegt, daß auch geeigneten Fachhochschulabsolventen der Zugang nicht verwehrt wird.

Clausthal, im Juli 1994

1. Elektrochemie der Brennstoffzelle unter der Führung der Physikalischen Chemie,
2. Brennstoffzellenstack unter der Führung des Institut für Chemische Verfahrenstechnik,
3. Brennstoffzellenregelung unter der Führung des Instituts für Elektrische Energietechnik sowie
4. Brennstoffzellenanwendung unter der Führung des Instituts für Bergbau

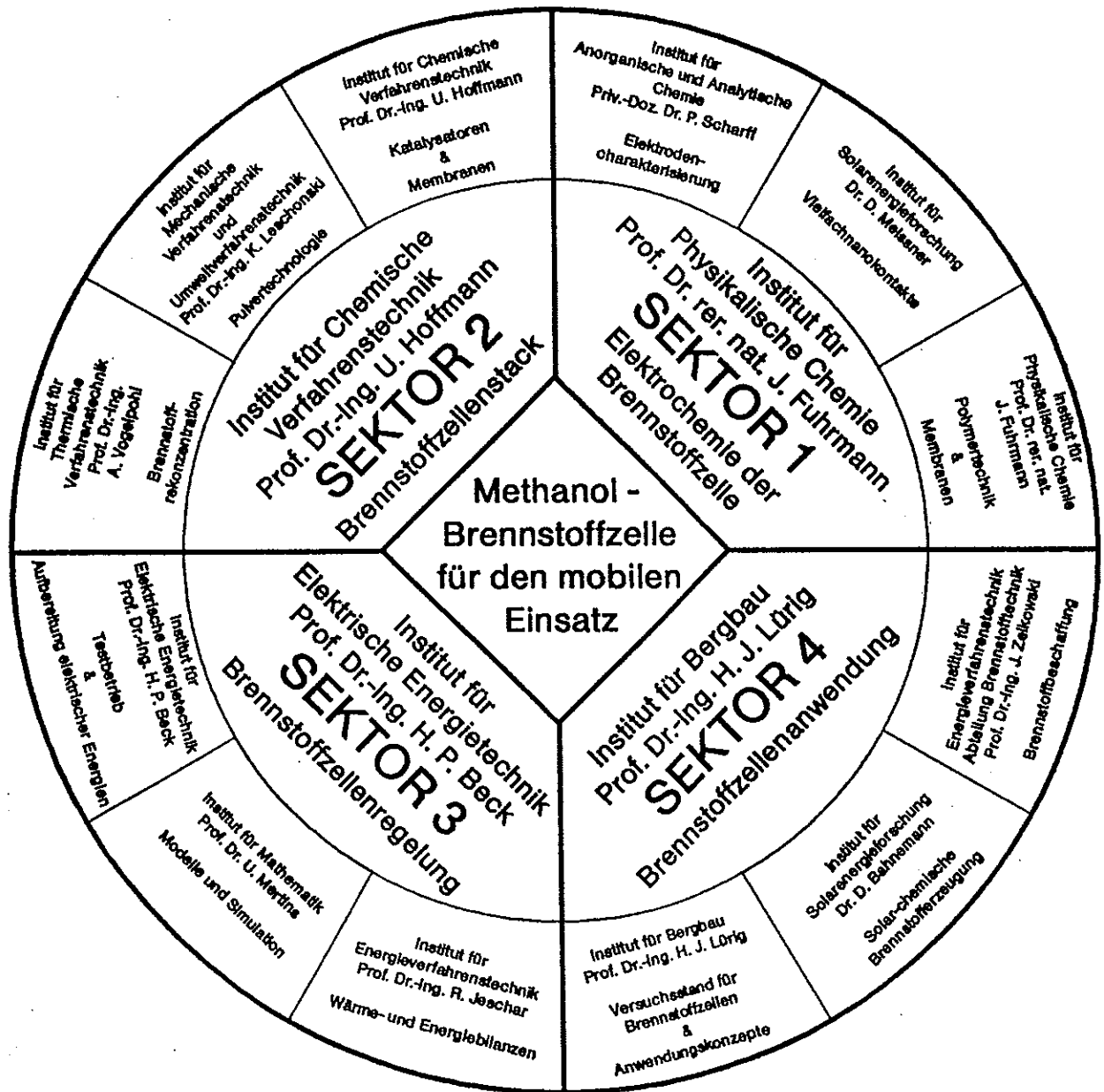


Abb. 1-1: Projektstruktur des Graduiertenkolleg

1.3 Fachgebiete

Die an der Betreuung der Doktoranden und/oder Gestaltung des Studienprogramms beteiligten Fachgebiete stellen sich gemäß den in Abb. 1-1 gezeigten Sektoren 1-4 folgendermaßen dar:



En, 3.7.1994

c:\en_lehre\exk94ber.prg

Programm für die Exkursion nach Berlin vom 4.7. bis 6.7.1994

Montag, den 4.7.1994

- 7.10 Uhr Treffen am Bahnhof Goslar
- 7.18 Uhr Abfahrt in Goslar mit E3509 nach Braunschweig
- 10.40 Uhr Ankunft Bahnhof Berlin Zoologischer Garten
- 11.00 Uhr Einchecken Hotel Becker, Trautenastr.19 - Nikolsburger Platz (U9, Güntzelstr.)
- 12.00 Uhr Abfahrt nach Moabit (U9 Richtung Osloer Str.)
- 13.00 Uhr Ankunft Heizkraftwerk Moabit (U-Bhf. Westhafen)
Firmeninfo BEWAG und Führung (Hr. Krämer, Hr. Saupe)
- 15.00 Uhr Abfahrt zum Batteriespeicherwerk Steglitz (U9 Rathaus Steglitz, Bus 186)
- 16.00 Uhr Batteriespeicherwerk Steglitz (Birkbuschstr. 40-48, Bushst. Teltowkanalstraße)
- Abend zur freien Verfügung

Dienstag, den 5.7.1994

- 8.45 Uhr Abfahrt (U2 Hohenzollernplatz, Umsteigen in U7 am Fehrbelliner Platz)
- 9.30 Uhr Eintreffen bei AEG Bahnsysteme, Nonnendammallee 15-21 (U7, Haselhorst)
Einführung durch Hr. Dreimann
Nahverkehr, Fernverkehr (Lok 12X), Fahrzeugtechnik
- 11.00 Uhr Werksbesichtigung
Bahnfabrik, Systemprüffeld
- 13.00 Uhr Mittagessen in der AEG-Kantine
- 14.00 Uhr Abschlußdiskussion
- 15.30 Uhr Museum für Verkehr und Technik, Trebbiner Str. 9 (U2, Gleisdreieck)
Sonderausstellung über regenerative Energien
- 17.30 Uhr Ende der Besuchszeit
- 19.00 Uhr Einladung zum Abendessen durch die BEWAG
Restaurant Aschinger, Kurfürstendamm 26 (U9, U15 Kurfürstendamm)

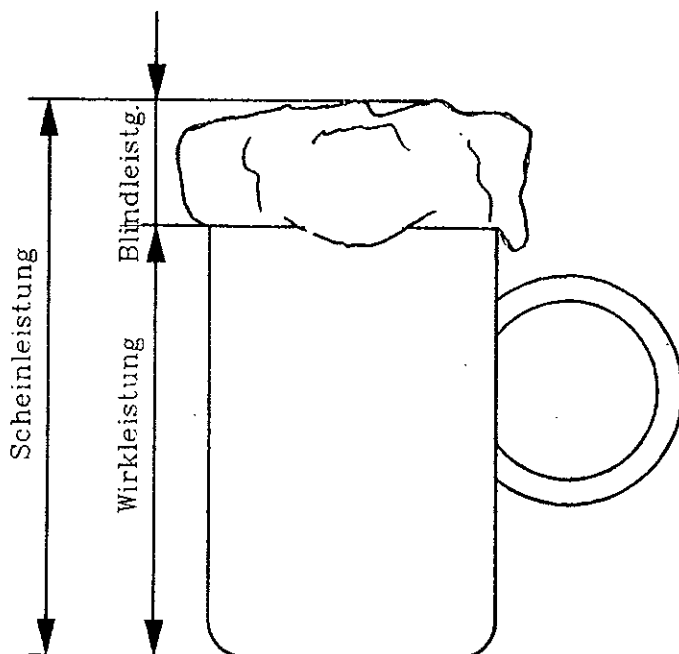
Mittwoch, den 6.7.1994

- 9.00 Uhr Eintreffen bei Siemens AG, Nonnendammallee 101 (U7, Rohrdamm)
Begrüßung und Vorstellung von Siemens in Berlin (Hr. Zippel)
- 9.30 Uhr Besichtigung Dynamowerk (Hr. Thiem)
- 11.20 Uhr Mittagessen im Belegschaftskasino
- anschl. Ende des Besuchsprogramms bei Siemens
- 15.07 Uhr Abfahrt Bahnhof Berlin Zoologischer Garten mit IC 509
- 18.28 Uhr Ankunft Bahnhof Goslar

Energietechnische Exkursion im SS 94

Einen Koffer in Berlin

hat Professor Beck sowieso, da er dort noch eine Wohnung besitzt, aber jetzt machte das IEE seine große Sommer-Exkursion für drei Tage nach Berlin mit Studenten aus dem Seminar "Rationelle Energieverwendung" und der Vorlesung "Elektrische Energietechnik". Innerhalb von anderthalb Tagen füllte sich die Teilnehmerliste und so ging es am Montag, dem 4. Juli ganz ökologisch und staufrei mit der Bahn von Goslar nach Bahnhof Zoo. Nach der Ankunft stand das Kraftwerk Moabit



Für die, die Probleme mit Versuch 5 des Grundlagenpraktikums haben

© Herr Krämer, BEWAG

mit der modernen zirkulierenden Wirbelschichtfeuerung und das Batteriespeicherwerk Steglitz, ein Relikt aus den Inselnetzzeiten Westberlins, auf dem Programm. Herr Krämer von der Berliner Elektrizitätswerke AG (BEWAG) gelang es trotz der Hitze technische Details mit viel Esprit und Humor darzustellen (siehe Definition von Wirk- und Blindleistung unten).

Abends konnte Prof. Beck seine Ortskenntnis unter Beweis stellen. Zuerst wurde der größte Durst im Studentenbiergarten in Dahlem-Dorf gestillt, bevor es später am Abend in ein Szenecafé in den Wilden Osten ging.

Trotz der langen Kreuzberger und sonstiger Nächte standen am nächsten Morgen alle pünktlich 9.30 Uhr bei der AEG, der früheren Wirkungsstätte Prof. Becks, auf dem Hof. Herrn Dreimann von der AEG gelang es in Vortrag und anschließender Betriebsbesichtigung den Schienenfahrzeugbau als höchst innovatives Aufgabenfeld für Ingenieure darzustellen.

Am Nachmittag konnte das Museum für Verkehr und Technik besucht werden. Neben einer Sonderausstellung zum Thema "Regenerativer Energien" gab es für die Besucher die Möglichkeit, faszinierende physikalische Experimente selbst durchzuführen.

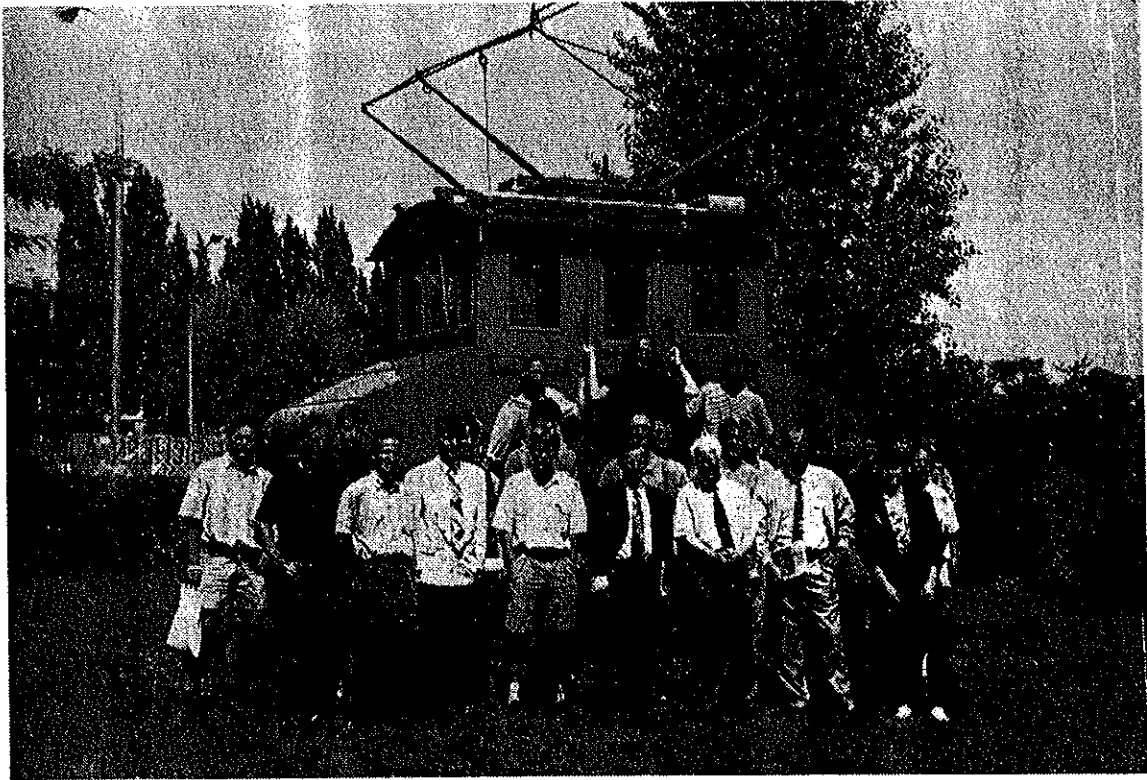
Ein Höhepunkt des Tages war die Einladung der BEWAG ins Restaurant Aschinger auf den Ku'damm ("Am Zähler holen wir das alles wieder rein").

Sehr positiv wurde von allen Teilnehmern die Bewegungsfreiheit bewertet, die die 3-Tages-Netzkarte der BVG gewährte.

Am letzten Tag wurde das Dynamowerk der Fa. Siemens besucht. Der imposante Elektrogroßmaschinenbau stand aber im Widerspruch zum Niveau der Führung, die

sich nicht an Ingenieurstudenten richtete.
Nach einem letzten Blick auf die
Gedächtniskirche fuhr eine müde, zufriedene
Exkursionsgruppe mit dem IC Richtung
Heimat.

Institut für Elektrische Energietechnik
Bernd Engel
Andreas Schell



Die Exkursionsgruppe beim Besuch der AEG
(Teilnehmer können sich kostenlos dieses Bild bei Hr. Engel (Tel. 2592) abholen.)

KFZ-Reparatur
Am Rosenhof 7 * 3392 Clausthal-Zellerfeld
Tel.: 05323/3813
Lichtenberg
— schnell und preiswert * TÜV-Vorführungen * ASU —



Exkursion zur Preussag Stahl Salzgitter AG

Preussag Stahl. Für technische Spitzenleistungen.

Ein Logo, das neugierig macht.

So organisierte das Institut für Elektrische Energietechnik unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Beck und Dipl.-Ing. Alders am 28.06.1994 eine Exkursion zur Preussag Stahl AG nach Salzgitter.

Kernthema sollten dabei die elektrischen Schaltanlagen an einer Walzstraße sein.

Eigentlich weniger mit der Thematik vertraut, doch neugierig, schloß ich mich dieser Exkursion an und nahm die für Studenten ziemlich frühe Zeit in Kauf. Es sollte sich lohnen.

Nach einer eindrucksvollen Fahrt durch Harz und Umgebung erreichten wir schließlich das Gelände der Preussag Stahl AG, das zusammen mit Hafen und Sinteranlage eine stattliche Fläche von ca. 10 km² umfaßt und etwa 10000 Betriebsangehörige beschäftigt.

Leider lief planungsmäßig einiges daneben, denn wir verbrachten erst einige Zeit wartend im Bus und wurden dann davon unterrichtet, daß es dem für uns vorgesehenen Angestellten nicht möglich war, uns durch das Fabrikgelände zu führen.

So wurde schnell umdisponiert, bis wir schließlich im Schulungsraum Platz nehmen konnten.

Es folgte eine kurze Einführung über Struktur und Produktionen des hiesigen Werkes durch Herrn Pförtner.

Salzgitter hat sich der Roheisengewinnung verschrieben, es verlassen täglich bis zu 6000 t Roheisen, wobei ausschließlich importierte Erze verwendet werden, die Torpedopfannen im Stahlwerk, der gewonnene Stahl findet Weiterverwendung für Großrohre, Schiffsbleche, Behälter und im Off-Shore-Bereich.

Eine Darstellung des hiesigen Werksgeländes schaffte uns den nötigen Überblick, bis dann endlich die heißersehnte Führung durch das Warmbreitbandwalzwerk beginnen konnte.

Und es sollte ziemlich heiß werden!

Wir schritten bei wohligen Temperaturen vorbei an

den Pressen, begutachteten die Reversierwalze mit anschließender Kühlung, in der Tandemstraße entstanden aus Flachstahl Feinbleche, die in der Glüherei ihre entgültigen Festigkeitseigenschaften erhielten, um schließlich für den Transport aufgerollt zu werden.

Dann warfen wir auch einmal einen Blick hinter die „Bühne“, umstanden die 3000 bis 5000 W starken E-Motoren zum Antrieb der Reversierwalze und wagten einen Blick in das Herz der Elektroanlagen. Hier standen dicht an dicht eine Unmenge von Schaltschränken, welche die Transformation der Netzspannung von 30 kV auf 900 V mit diversen Schaltern, Gleichrichtern und Drosseln steuern, ehe diese dann den E-Motoren zugeführt wird.

Der Weg führte uns weiter vorbei an einem neuinstallierten Antriebsaggregat mit einer Wirkleistung von 8 MW, das als Losbrechmoment bis auf 20 MW Stoßleistung gefahren werden kann. So eine Führung machte natürlich hungrig, ebenso folgte dem Wissensdurst auch einmal der Getränkedurst und so stillten wir beides bei einem deftigen Mittagessen in der Werkskantine, dessen Essen es durchaus mit dem in unserer Mensa aufnehmen kann.

Schließlich wurden wir bei einer Tasse Kaffee zu einer lockeren Gesprächsstunde eingeladen.

Hier wurde nochmals ausführlich der Weg des Erzes bis zum Feinblech bildlich dargestellt und es kamen solche interessanten Gesprächsthemen wie Umweltauflagen, EG-Gefälle, Schrott- und Schlackenverwertung, Qualitätskontrolle und Arbeitsmarktchancen auf.

Doch der Aufbruch rief und so erreichten wir gegen 15.30 Uhr wieder Clausthal, den Rucksack voll Erinnerungen und Anregungen.

Ich hoffe, auch weiter das Angebot von Exkursionen nutzen zu können, denn es bringt neben einer interessanten Tagesgestaltung bestimmt auch einige eigene Erfahrungen ein.

Jens Kretzschmar

Ordnung
für das informationstechnische Zentrum (ITZ)
als wissenschaftliche Einrichtung des Senats

Stand: 13.07.1994 (mit Änderungen gemäß Sitzungsbeschlüssen vom 13.07.94)

§ 1 Organisationsform

Das ITZ ist eine zentrale wissenschaftliche Einrichtung der TU Clausthal gemäß § 116 Abs. 1 Satz 2 NHG. Der Senat nimmt die Aufgaben und Zuständigkeiten nach § 116 Abs. 2 wahr. Die Inhaber der bei den in Liste 1 aufgeführten Instituten ausgewiesenen Professorenstellen (Liste 2) gehören zugleich dem ITZ an.

§ 2 Aufgabenstellung

Das ITZ ist eingerichtet, um Wissenschaftlern der Fachbereiche Mathematik und Informatik und Maschinen- und Verfahrenstechnik (und gegebenenfalls weiterer Fachbereiche) die Möglichkeit zu bieten, Lehr- und Forschungsaktivitäten im Bereich der Informationstechnik zu koordinieren und interdisziplinär gemeinsame praxisrelevante eigene Projekte unter Nutzung und Bündelung vorhandener Ressourcen gemäß den Regelungen des NHG durchzuführen.

§ 3 Leitung, Wahlen, Amtszeit

- (1) Die Leitung des ITZ obliegt einem Vorstand. Dieser besteht aus drei Mitgliedern der Professorengruppe, die von den an der wissenschaftlichen Einrichtung tätigen Angehörigen der Professorengruppe aus ihrer Mitte gewählt werden.
- (2) Die übrigen Professoren des ITZ, der Leiter des Rechenzentrums sowie je ein wissenschaftlicher Mitarbeiter und ein Vertreter der Mitarbeiter des ITZ im technischen und Verwaltungsdienst nehmen an den Sitzungen des Vorstands beratend teil.
- (3) Die Amtszeit des Vorstands beträgt zwei Jahre und beginnt jeweils am 01.10., erstmals am 01.10.1994.
- (4) Die dem ITZ angehörenden Professoren wählen aus der Mitte des Vorstands einen geschäftsführenden Leiter, der das ITZ nach außen vertritt. Er ist gleichzeitig Vorsitzender des Vorstands. Die Vertreter der wissenschaftlichen Mitarbeiter und der Mitarbeiter im technischen und Verwaltungsdienst im Vorstand werden jeweils von den dem ITZ angehörenden Mitgliedern dieser Gruppe gewählt. Die Zugehörigkeit zum ITZ ergibt sich aus den Senatsbeschlüssen zu § 1 und § 3.
- (5) Die Pflichten und Rechte des Vorstands sind in § 111 NHG geregelt.
- (6) Der Vorstand kann sich eine Geschäftsordnung geben und Benutzungsordnungen für einzelne Großgeräte erlassen.

§ 4 Inkrafttreten

Die Ordnung für das informationstechnische Zentrum tritt am Tage nach ihrer hochschulöffentlichen Bekanntgabe in Kraft.

INFORMATIONSTECHNISCHES STUDIUM

an der Technischen Universität Clausthal

In Anbetracht des Konkurrenzdrucks der Niedriglohnländer muß die deutsche Industrie auf dem Weltmarkt hochwertige, komplexe Systeme anbieten und Produkte, deren Herstellung solche Systeme erfordert. Diese Systeme und die darauf ablaufenden Prozesse müssen im Hinblick auf den Verbrauch von Energie und Rohstoffen, sowie Produktqualität und Umweltbelastung optimiert werden. Hierzu fehlen dem Informatiker oft die erforderlichen Grundkenntnisse über die zu optimierenden Prozesse, während dem Ingenieur die rechnergestützten Methoden zu ihrer Entwicklung, Führung und Automatisierung nicht hinreichend vertraut sind. System- und Entwicklungskosten verteilen sich inzwischen etwa zur Hälfte auf informations- und prozeßtechnische Systemteile.

Die Technische Universität Clausthal bietet ihren Studenten die Möglichkeit, ihren Neigungen entsprechend einen Studiengang als Schwerpunkt ihrer Ausbildung zu wählen und das zur Beherrschung des Gesamtsystems und seiner Entwicklung erforderliche Wissen in einer vertiefenden Studienrichtung zu erwerben. Dabei können Informatik, Elektrotechnik und Maschinen-/Verfahrenstechnik unterschiedlich gewichtet werden. Die Ausbildung ist in allen Studienrichtungen eines Studiengangs im Grundstudium bis zum Vordiplom gleich. Danach wird im Hauptstudium das Gebiet der gewählten Studienrichtung vertieft.

Informationstechnische Studienangebote:

im Studiengang Informatik:

- Studienrichtung Allgemeine Informatik
CIM, CAD
Software-Engineering
Rechnertechnologie
Vertiefung in einem Anwendungsfach
z.B. Maschinenbau, Geophysik
- Studienrichtung Technische Informatik
CIM, CAD
Software-Engineering
Rechnertechnologie
Meß- und Regelungstechnik
Elektronik und Informationsübertragung

im Studiengang Verfahrenstechnik

- Softwareentwicklung für Echtzeitsysteme
Mensch-Maschine-Schnittstellen
Rechnergestützte Automatisierung
Wahlschwerpunkt aus Informationstechnik

im Studiengang Chemieingenieur

- Wahlschwerpunkt aus Informationstechnik

Ihre Universität:

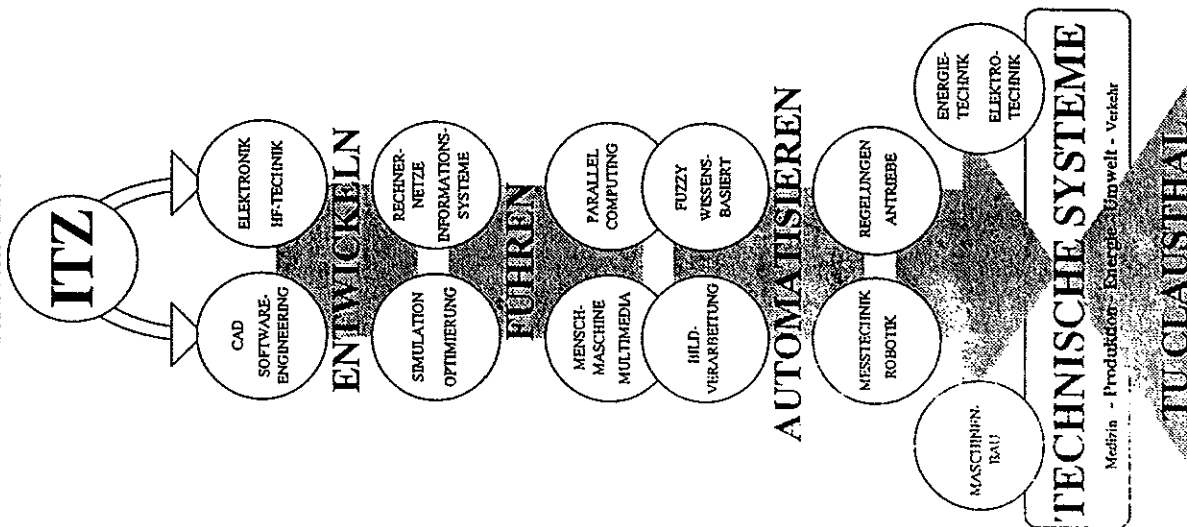
Clausthal-Zellerfeld ist eine 550 m hoch im Naturpark Harz gelegene Stadt mit ca. 20 000 Einwohnern, umgeben von Wäldern und vielen Seen. Die Technische Universität Clausthal hat ca. 4 000 Studenten und bietet neben dem Studium ein vielfältiges Kultur- und Sportprogramm.

Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an:

Zentrale Studienberatung (Frau Günther):

38678 Clausthal, Adolph-Roemer-Straße 2A, Zimmer 109a, ☎ 05323-72-2621

INFORMATIONSTECHNISCHES ZENTRUM



INFORMATIONSTECHNISCHES ZENTRUM der

Technischen Universität Clausthal

38678 Clausthal-Zellerfeld, Erzstr.1, ☎ 05323-72-2402, Fax: -3572

Technische Systeme müssen mit den Mitteln moderner Informationstechnik entwickelt, geführt und weitgehend automatisiert werden. Um die hierfür erforderlichen, verschiedenartigen Informations-technologien in Forschung und Lehre bedarfsgerecht zu integrieren, haben sich Hochschullehrer verschiedener Fakultäten der Technischen Universität Clausthal und das Rechenzentrum zu einem Informationstechnischen Zentrum zusammengeschlossen.

Institut für Informatik

Erzstr.1, ☎ 05323-72-2402, Fax: -3572
Prof. Ecker, Prof. Joubert, Prof. Kupka,
Prof. Lex, Prof. Müller

Institut für Elektrische Informationstechnik

Leibnizstr. 28, ☎ 05323-72-2342, Fax: -3197
Prof. Konigorski, Prof. Mühlenfeld, Dr. Leppin

Institut für Prozeß- u. Produktionsleittechnik

Leibnizstr. 28, ☎ 05323-72-3590, Fax: -3592
Prof. Elzer

Institut für Elektrische Energietechnik

Leibnizstr. 28, ☎ 05323-72-2299, Fax: -2104
Prof. Beck

Rechenzentrum der TU Clausthal

Erzstr. 51, ☎ 05323-72-2352, Fax: -3536
Dr. Lange

Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte

Computer Aided Engineering (CAE)

Management von Softwareprojekten (Elzer)
Software Engineering (Elzer, Joubert)
Wiederverwendung von Software und Systementwürfen
Prozeßsimulation (Möller)
Abwasserreinigungssysteme
Systemsimulation mit Parallelrechnern (Beck)
Energiesysteme

Prozeßleittechnik

Mensch-Maschine-Kommunikation (Elzer)
Visualisierung von Massendaten,
Störungsfrüherkennung
Multimedia (Joubert)

Automatisierungstechnik

Nichtlineare Mehrgrößenregelung (Konigorski)
Robuste Regelungen (Konigorski)
Robotersteuerungen
Trainierbare fallbasierte Automaten (Mühlenfeld)
Automatisierung von Verbrennungsprozessen

Bildverarbeitung und -analyse

Bildverarbeitung (Joubert)

Bildsensoren (Mühlenfeld)

für Fertigung und Prüffeld: Erkennung von Gußfeilen,
Sortieren von Parkettstäben nach Oberflächengüte

Elektrotechnik

Schaltungsentwicklung (Leppin)
CAD, Simulation
Hochfrequenztechnik (Leppin)
Nachrichtenübertragung
Industrielle Erwärmung und Trocknung
Digitale Antriebsregelungen (Beck)
Bahn- und Industrieantriebe mit aktiver
Schwingungsdämpfung
Regenerative Energiequellen
in elektrischen Netzen (Beck)

Wissensbasierte Systeme

Fuzzy Logik (Möller, Mühlenfeld)
Verkehrsisystem,
Automatisierung instationärer Prozesse
Neuronale Netze (Elzer)
Fallbasierte Systeme (Mühlenfeld)
Wissensverarbeitung in der Technik (Kupka)
Intelligentes Retrieval von Werkstoff-Informationen

Datenbanksysteme

Objektorientiertes Datenmanagement (Möller)
MC-Medis, Umweltinformatik, Ökobilanzen
Technische Informationssysteme (Elzer)

Mehrechnersysteme

Parallel Computing (Joubert)
Multiprozessor-Scheduling (Ecker)
Echtzeitsysteme
Produktions- und Projekt-Scheduling (Ecker)
Rechnerkommunikation (Möller)
Bussysteme
Silicon Compiling (Möller)
C2PU

DV-Infrastruktur (Lange)

Netze: Technik, Protokolle, Dienste, Werkzeuge
Hardware: Versorgungs- und Betriebsmodelle
Software: Integration, Standards
Verteilungsmodelle

Grundlagen der Informatik

Computeralgebra (Lex)
Erkennen algebraischer Strukturen und relevanter
Größen, Begriffsanalyse, Klassifikationsprobleme
Formale Semantik und Information (Kupka)
Nichtprozedurale Programmierung (Kupka)
Entwurf und Implementation einer regelbasierten
Programmiersprache

Beispiele für Technologietransfer

Bildsensoren für Fertigung und Prüffeld

Institut für Elektrische Informationstechnik → Optromation GmbH, Goslar, Gründung 1984
→ Sortieren von Parkettstäben nach Oberflächengüte
→ Roboterteuerung durch Bildsensoren → Entpallettieren von Gußteilen

HF-Datenübertragung

Institut für Elektrische Informationstechnik → Springer GmbH, St. Andreasberg
→ Telemetrieübertragung mit Frequenzsynthese → Radiowetterstationen

Mensch-Maschine-Schnittstellen

Institut für Prozeß- und Produktionsleittechnik → ASEA Brown Boveri, Forschungsz. Heidelberg
→ Visualisierung von Massendaten
→ Qualität von Benutzerschnittstellen

Prozeßtechnik an der TU CLAUSTHAL

Eine geschlossene Systemoptimierung kann sich auf das prozeßtechnische Wissen vieler Institute in verschiedenen Fachbereichen stützen

Schwingungsmechanik, Strömungsmechanik
Festigkeitsanalyse, Werkstoffmechanik

Maschinenwesen: Elemente, Konstruktion
Schweißtechnik, trennende Fertigungsverfahren

Maschinelle Anlagentechnik, Betriebsfestigkeit
Reibungstechnik, Maschinenkinetik

Mechanische, thermische, chemische und
Umwelt-Verfahrenstechnik

Energieverfahrenstechnik, Industriofenbau
Brennstofftechnik, Apparatebau, Anlagentechnik

Werkstofftechnik u.-umformung, Metallphysik
Metallurgie, Metallhüttenwesen, Gießereiwesen

Tiefholztechnik, Erdöl- u. Erdgasgewinnung
Aufbereitung von Rohstoffen u. Reststoffen

Programm der ITZ-Tage am 01. und 02. Juli 1994**Freitag, 01.07.94**

- 09.00 Uhr Begrüßung und Einführung in der Aula
Prof. Dr. G. R. Joubert
- 09.15 Uhr Vorträge des IEI
 1. Führung von Verbrennungsprozessen durch einen fallbasierten Automaten
Dipl. Ing. T. Boelow
 2. Automatische Generierung einer konturbasierten, syntaktischen Beschreibung von
Bildern industrieller Objekte
Dipl. Ing. C. Busch
 3. Einsatz von GPS zur Positionsbestimmung von Wettersonden
Dipl. Inf. Frank Schöttler
- 10.15 Uhr Pause
- 10.30 Uhr Vorträge des IPP
 1. Überblick über die Arbeit des IPP
Prof. P. F. Elzer
 2. Neue Prozeßvisualisierungsdaten
Dipl. Ing. B. Bousoffara/ Dipl. Ing. C. Beuthel
 3. Dokument retrieval
Dipl. Ing. U. Krohn
 4. FT-Spektren und neuronale Netze
Dr. M. Reuter
- 11.30 Uhr Pause
- 11.45 Uhr Vorträge des IEE
 1. Anwendungsorientierte Methode zur Auslegung von Zustandsregeln für
Elektroantriebe
Dipl. Ing. Krüger
 2. Offline-Simulationsmodell für eine Walzstraße
Dipl. Ing. Mendt
 3. Parallelrechner für die Online-Simulation komplexer technischer Systeme
Dr. Wehrmann
- 12.45 Uhr Mittagspause
- 15.00 Uhr Vorführungen im IEI
 1. Optimierung der Einstellung eines Gasbrenners durch einen fallbasierten Automaten
Dipl. Ing. T. Boelow
 2. Fallbasierter Automat zur Erkennung von Gußteilen
Dipl. Ing. G. Busch
- 16.00 Uhr Wechsel zum Gebäude des IEE
- 16.15 Uhr Vorführungen im IEE
 1. Zustandsreglerentwurf und Simulation eines drehzahlgeregelten Elektroantriebs
großer Leistung
Dipl. Ing. Krüger
 2. Windkonverterprüfstand mit Mikrorechnersteuerung
Dipl. Ing. Sourkonnis
 3. Bahnprüfstand zur Prüfung von Mikrorechner-Lokomotivsteuerungen
Dipl. Ing. Engel
- 17.15 Uhr Ende des offiziellen Teils des ersten ITZ-Tages und unmittelbar anschließend gemütlicher
Grillabend auf dem Institutsgelände des IEE

Samstag, 02.07. '94

- 09.00 Uhr Vortrag des RZ
1. Technik und Anwendungen verteilter Informations- und Kommunikationssysteme
 Dr. G. Lange
- 10.00 Uhr Pause
- 10.15 Uhr Vorträge des IFI
1. Aktivitäten Computeralgebra
 Prof. Dr. W. Lex
2. Zero-Knowledge-Kryptosysteme
 Prof. Dr. W. Lex
3. FTPC - Fault Tolerant Processor Cluster
 Dr. A. Krings
4. Überblick über Forschungsaktivitäten im Bereich des Scheduling
 Prof. Dr. K. Ecker
5. Projektgruppen CHARM, OSCAR
 Dipl. Inf. J. Apsel
6. Parallel JPEG - ein paralleles Bildkompressionsverfahren
 Dipl. Inf. G. Falkemeier
7. Texturbasierte Bildsegmentierung
 Dipl. Inf. A. Buttchereit
- kurze Pause
8. Konstruktive Aspekte der Information
 Prof. Dr. I. Kupka
9. Das Sprachprojekt INTRAN
 Dipl. Inf. M. Krämer
10. Werkzeuge der Wissensverarbeitung
 Dipl. Inf. M. Röbbcke
11. Modellbildung und Simulation von Abwasserreinigungsanlagen
 Prof. Dr. D. Möller / Dipl. Ing. B. Bracio / Dipl. Inf. J. Jungblut
12. Überblick über das Projekt MC-Medis
 Prof. Dr. D. Möller / Dipl. Inf. C. Hörner
- 12.50 Uhr Mittagspause
- 14.30 Uhr Vorführungen im IFI
1. CLIPS - The Clausthal Image Processing System
 Dipl. Inf. A. Buttchereit
2. Praktikumsversuche zur technischen Informatik II
 Dipl. Ing. B. Bracio
3. Simulations-Arbeitsplatz
 Dipl. Inf. J. Jungblut
4. MC-Medis
 Dipl. Inf. C. Hörner
- 15.30 Uhr Wechsel zum Gebäude des RZ
- 15.45 Uhr Vorführung im RZ
1. DV-technische Infrastruktur der TU-Clausthal
 Dr. G. Lange
- 16.45 Uhr ENDE

Die Vorträge finden Vormittags in der Aula statt, die Vorführungen werden in den jeweiligen Instituten durchgeführt.

Mit freundlichen Grüßen
Silke Lechtenberg

**Arbeitsgruppe
der
Technischen Universität Clausthal**

Ordnung der Arbeitsgruppe "Forum Clausthal" der TU Clausthal Beschluss des Senats vom 5. Juli 1994

§ 1 Ziele und Aufgaben

- (1) Die Arbeitsgruppe Forum Clausthal fördert die interdisziplinäre Zusammenarbeit in Forschung, Lehre und Weiterbildung an der TU Clausthal mit dem vorrangigen Ziel einer verantwortbaren konsensfähigen Gestaltung der Zukunft.
- (2) Forum Clausthal behandelt schwerpunktmäßig folgende Fragestellungen:
 - Auseinandersetzung mit den möglichen Folgen einer Verbreitung und Nutzung von Forschungsergebnissen im Bewußtsein der Verantwortung der Wissenschaftler gegenüber der Gesellschaft (gemäß § 2 (1) Satz 5 NHG),
 - Befassung mit den gesellschaftlichen Folgen einer praktischen Nutzung von Forschungsergebnissen sowie mit der Verantwortung der wissenschaftlich Tätigen gegenüber der Gesellschaft und der natürlichen Umwelt (gemäß § 28 (3) Satz 3 NHG),
 - Einbeziehung der Folgen einer Anwendung von Forschungsergebnissen insbesondere durch ein Zusammenwirken mit der Öffentlichkeit, mit wissenschaftlich Tätigen anderer Fachrichtungen und mit der beruflichen Praxis (gemäß § 27 (1) Satz 3 NHG),
 - Zusammenarbeit mit anderen Forschungs- und Bildungseinrichtungen sowie mit Gruppen, die sich am wissenschaftlichen Prozeß beteiligen (gemäß § 2 (7) Satz 1 NHG),
 - Unterrichtung der Öffentlichkeit über die Wahrnehmung und Erfüllung seiner Aufgaben (gemäß § 2 (8) NHG).

§ 2 Mitglieder der Arbeitsgruppe

- (1) Der Arbeitsgruppe können alle Mitglieder und Angehörigen der TU Clausthal nach § 37 NHG angehören, sofern sie Projekte auf den Arbeitsgebieten von Forum Clausthal durchführen oder in Zukunft durchzuführen beabsichtigen. Die Arbeitsgruppe kann Personen, die nicht Mitglieder oder Angehörige der TU Clausthal sind, zur Mitwirkung einladen.
- (2) Die Aufnahme in die Arbeitsgruppe erfolgt durch Erklärung gegenüber dem Vorstand und Bestätigung durch diesen. Beabsichtigt der Vorstand, einem Aufnahmeantrag nicht zu entsprechen, so entscheidet die Vollversammlung.
- (3) Die Gründungsmitglieder der Arbeitsgruppe ergeben sich aus der Anlage.
- (4) Der Austritt aus der Arbeitsgruppe erfolgt durch Erklärung gegenüber dem Vorstand.

§ 3 Organisation der Arbeitsgruppe

(1) Organe der Arbeitsgruppe sind:

1. der Vorstand
2. die Vollversammlung

- (2) Die Leitung der Arbeitsgruppe obliegt einem Vorstand. Dieser besteht aus drei Professoren, die von den der Vollversammlung angehörenden Professoren aus ihrer Mitte gewählt werden. Mitglieder der Arbeitsgruppe können an den Sitzungen des Vorstandes beratend teilnehmen. Die Amtszeit des Vorstandes beträgt drei Jahre. Für Mitglieder des Vorstandes werden Stellvertreter gewählt.
- (3) Die der Arbeitsgruppe angehörenden Professoren wählen aus der Mitte der stimmberechtigten Mitglieder des Vorstandes den Sprecher. Eine Wiederwahl in unmittelbarer Folge bedarf einer Mehrheit von 2/3 der abgegebenen gültigen Stimmen. Die Vertretung des Sprechers obliegt den übrigen stimmberechtigten Professoren in der Reihenfolge des Dienstalters. Der Sprecher ist Vorsitzender des Vorstandes. Er führt die laufenden Geschäfte der Arbeitsgruppe und trifft die dazu notwendigen Entscheidungen.
- (4) Die Mitglieder der Arbeitsgruppe bilden die Vollversammlung. Unter dem Vorsitz des Sprechers kommt die Vollversammlung mindestens einmal im Semester zur Beratung über den Arbeitsplan und die Art und Weise seiner Durchführung zusammen.
- (5) Für die Einberufung, Beschlußfähigkeit und Verhandlung in der Vollversammlung gelten die entsprechenden Bestimmungen des NHG und die Allgemeine Geschäftsordnung der Technischen Universität Clausthal.

§ 4 Geschäftsstelle

- (1) Der jeweilige Sprecher stellt sicher, daß die wissenschaftliche Einrichtung, der er angehört, die Geschäftsstelle für die Arbeitsgruppe übernimmt.

§ 5 Wissenschaftlicher Beirat und Förderverein

- (1) Die Vollversammlung kann die Einrichtung eines wissenschaftlichen Beirates beschließen und die Einrichtung eines Fördervereins anregen.
- (2) Zusammensetzung und Aufgabenstellung des Beirates bestimmt die Vollversammlung.

§ 6 Übergangs- und Schlußbestimmungen

- (1) Diese Ordnung tritt nach ihrer Annahme durch den Senat in Kraft. Sie wird hochschulöffentlich bekanntgemacht.
- (2) Bis zur Wahl des Vorstandes und des Sprechers liegt die Leitung der Arbeitsgruppe beim Rektor der TU Clausthal. Er beruft die Mitglieder der Arbeitsgruppe zur ersten Vollversammlung ein.

Leitlinien der Arbeitsgruppe "Forum Clausthal" der TU Clausthal

Technologische Innovationen prägen und verändern grundlegend das Gesicht moderner Industriegesellschaften. Geschwindigkeit und Reichweite des technischen Wandels verstärken sich durch Politik und Wirtschaft, und speisen sich aus der Erfahrung unbestreitbarer Fortschritte und Segnungen durch technische Mittel und aus der verbreiteten Erwartung, dies werde auch künftig so bleiben.

Viele Menschen erleben diese Situation zugleich bedrohlich krisenhaft: Großtechnische Katastrophen, Bevölkerungsexplosion, Verelendung in der Dritten Welt, Flüchtlingsströme entlang Wohlstandsgefällen, Energiekrisen, Ressourcenknappheit, Müllberge, Waldsterben und Ozonloch bestimmen thematisch die Darstellung in den Medien. Die Hypothesen unseres technologischen Handelns für kommende Generationen wachsen, es drohen z. T. irreversible und kaum verantwortbare Folgen. Der Begriff "Risikogesellschaft" und das Jonas'sche "Prinzip Verantwortung" markieren den gewandelten gesellschaftlichen Stellenwert von technologischem Erfolg.

Ursachen der beschriebenen Lage liegen in wirtschaftlichen, politischen, wissenschaftlichen, philosophischen, ethischen und theologischen Entwicklungen der Neuzeit, in einem veränderten Selbstverständnis des Menschen, in einem anderen Verhältnis zur Natur und einer neuen Rolle von Technik und Naturwissenschaften in der Gesellschaft.

Daraus ergeben sich neue wissenschaftliche und gesellschaftliche Herausforderungen:

- a) Durch die kaum zu überschätzende Bedeutung von Technik in der Gesellschaft wächst auch die Bedeutung der ingenieur- und naturwissenschaftlichen Fachkenntnis für alle technikbezogenen Entscheidungen. Stärker als bisher ist dieser Beitrag zur verantwortlichen Technikgestaltung herauszustellen, geltend zu machen und wahrzunehmen.
- b) Nachhaltige Gestaltung und verantwortbare Innovation von Technik bedarf zugleich interdisziplinärer Zusammenarbeit. Oft haben die kulturellen, ökonomischen, politischen und ökologischen (unerwünschten) Nebenwirkungen von Technik ebenso große Bedeutung wie die (gewünschten) Hauptwirkungen. Ein verstärktes Zusammenwirken von Ingenieur- und Naturwissenschaften mit den Geistes-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften kann helfen, den komplexen, vernetzten und neuartigen Problemstellungen deutlicher gerecht zu werden.
- c) Eine zukunftsfähige Technikgestaltung bedarf schließlich einer angemessenen Behandlung der Sach-, Ziel- und Bewertungsfragen in einem öffentlichen Diskurs. Dazu können Natur- und Ingenieurwissenschaftler gemeinsam mit gesellschaftlich relevanten Gruppen informierende, weiterbildende und konsultative Arbeits- und Veranstaltungsformen entwickeln.

Die Professoren, Mitglieder und Angehörige der TU Clausthal, die sich mit der vorstehenden Fragestellung befassen, haben sich in einer Arbeitsgruppe nach § 115 NHG mit dem Titel

"Forum Clausthal"

zusammengeschlossen, um die fachliche Zusammenarbeit zu verbessern, den interdisziplinären Gedankenaustausch zu fördern und mit Veranstaltungen an die Öffentlichkeit zu treten.

Ein bereits 1991 gegründeter Arbeitskreis Forum Clausthal hat seine Vorstellungen und Ziele wie folgt formuliert:

Forum Clausthal bietet an der Technischen Universität Clausthal Gespräche, Vorträge und Diskussionen an. Zur Mitwirkung sind Personen, Institutionen und Gruppen eingeladen, denen an einer verantwortbaren konsensfähigen Gestaltung der Zukunft liegt.

Forum Clausthal bearbeitet konkrete, aktuelle Fragestellungen von grundsätzlicher Bedeutung. Dabei soll vorrangig Anforderungen vorausschauender sozialer, wirtschaftlicher, politischer und ökologischer Verantwortung im Sinne von Technikbewertung entsprochen werden.

Inhaltlich ist Forum Clausthal dem Stand der Wissenschaft und Technik verpflichtet. Fachkompetenz bedarf heute zusätzlich fachübergreifender Kooperation. Interdisziplinäre Zusammenarbeit, Dialogbereitschaft und Streitkultur sind dabei Voraussetzung als wichtige Wege der Wahrheitsfindung.

Das Spektrum der Mitwirkenden soll der Komplexität bearbeiteter Probleme nahekommen und umfaßt deshalb Vertreter aus Lehre und Forschung, aus Wirtschaft, Presse, Gewerkschaft, Politik, Kirchen, Verwaltung usw.

Unbeschadet der Möglichkeit begrenzter Arbeitskreise und vertraulicher Konsultationen zielt Forum Clausthal auf Öffentlichkeit; Arbeitsergebnisse werden möglichst dokumentiert und veröffentlicht.

Ein ständiger Arbeitskreis verantwortet und organisiert die Aktivitäten von Forum Clausthal.

Die Trägerschaft von Forum Clausthal liegt durch eine Beauftragung formell bei der TU Clausthal; insgesamt lebt Forum Clausthal von der ideellen, persönlichen und finanziellen Unterstützung aller Beteiligten.

Mitglieder der Arbeitsgruppe "Forum Clausthal"

Prof. Dr.-Ing. H. P. Beck
Institut für Elektrische Energietechnik

Dr. H. Cyntha
Universitätsbibliothek

Prof. (em.) Dr. -D. Gundermann
Institut für Organische Chemie

Prof. Dr. T. Hanschke
Institut für Mathematik

Prof. Dr.-Ing. M. F. Jischa
Institut für Technische Mechanik und
Clausthaler Umwelttechnik-Institut GmbH

Prof. Dr. H. Kulke
Institut für Geologie und Paläontologie

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. C. Marx
Institut für Tiefbohrtechnik, Erdöl- und Erdgasgewinnung

Prof. Dr. D. Mayer
Institut für Theoretische Physik

Prof. Dr.-Ing. W. Pluschke
Institut für Eisenhüttenkunde und Gießereiwesen

Pfarrer K. Wachlin
Evangelische Studentengemeinde Clausthal

Vorstand der Arbeitsgruppe "Forum Clausthal"

Prof. Dr.-Ing. M. F. Jischa (Sprecher)

Prof. Dr.-Ing. H. P. Beck

Prof. Dr. H. Kulke

Anschrift

Prof. Dr.-Ing. Michael F. Jischa
Institut für Technische Mechanik
der TU Clausthal
Graupenstraße 3

38678 Clausthal-Zellerfeld

Tel.: 0 53 23 / 72-20 83, -31 66

Fax: 0 53 23 / 72-22 03

Aus: Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen:
Umweltgutachten 1994;
Metzler-Poeschel, Stuttgart, 1994, S. 45:

Dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung Leitbegriff für die Umweltpolitik der Zukunft

Die seit der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung vom Juni 1992 in Rio de Janeiro für die internationale Völkergemeinschaft verbindlich gewordene umfassende politische Zielbestimmung "sustainable development" enthält eine Programmatik für die Bewältigung der gemeinsamen Zukunft der Menschheit, die - wenn sie ernst genommen wird- revolutionär sein kann. Was sich mit diesem Leitbegriff verbindet, ist nichts Geringeres als die Erkenntnis, daß ökonomische, soziale und ökologische Entwicklungen notwendig als eine innere Einheit zu sehen sind. Soziale Not kann einem verantwortungsvollen Umgang mit den Ressourcen der Natur ebenso Vorschub leisten wie rücksichtsloses wirtschaftliches Wachstumsdenken. Dauerhafte Entwicklung schließt sonach eine umweltgerechte, an der Tragkapazität der ökologischen Systeme ausgerichtete Koordination der *ökonomischen* Prozesse ebenso ein wie entsprechende *soziale* Ausgleichsprozesse zwischen den sich in ihrer Leistungskraft immer weiter auseinanderentwickelnden Volkswirtschaften. Gleichzeitig bedeutet dies eine tiefgreifende Korrektur bisheriger Fortschritts- und Wachstumsvorstellungen, die sich so nicht länger als tragfähig erweisen. Das Schicksal der Menschheit wird davon abhängen, ob es ihr gelingt, sich zu einer Entwicklungsstrategie durchzuringen, die der wechselseitigen Abhängigkeit dieser drei Entwicklungskomponenten, der ökonomischen, sozialen und der ökologischen, gerecht wird.

*Das Seminar wird im Sommersemester '95
mit Teil II fortgesetzt.*

Die Veranstaltung wird gemeinsam durchgeführt
von
der interdisziplinären Arbeitsgruppe
"Forum Clausthal" der TU Clausthal
und
der "Clausthaler Umwelt-Akademie"
der Clausthaler Umwelttechnik-Institut GmbH
(CUTEc-Institut)



forum
CLAUSTHAL

Einladung

zu der Seminarreihe

Sustainable Development (Teil I)

Organisation:

Prof. Dr.-Ing. M. F. Jischa
(Forum Clausthal und CUTEc-Institut)

Dr.-Ing. B. Kragert
(CUTEc-Institut)

Pfarrer K. Wachlin
(Forum Clausthal und
Evangelische Studentengemeinde)

Kontaktadresse:

Seminarhaus "Goldene Krone"
Am Kronenplatz 3
38678 Clausthal-Zellerfeld

Tel. 05323/40081
Fax 05323/3120

Wintersemester 1994 / 95

Audimax der

Technischen Universität Clausthal
Adolph-Roemer-Str. 2A

PROGRAMM

Donnerstag, 10.11.1994, 16.15 Uhr

Sustainable Development - Einführung

Referenten:

Prof. Dr. K. M. Meyer-Abich,
Kulturwissenschaftliches Institut, Essen
Dr. h.c. T. Necker, Hako-Werke, Bad Oldesloe
Präsident des BDI

Moderation:

Prof. Dr.-Ing. M. F. Jischa, TUC und CUTEC

Donnerstag, 24.11.1994, 16.15 Uhr

Erdgas und Sustainability

Referenten:

Dr.-Ing. K. Homann, VEW, Dortmund
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. C. Marx, TUC

Moderation:

Prof. Dr. H.-G. Haddenhorst, Burgdorf

Donnerstag, 03.12.1994, 16.15 Uhr

Boden, Wasser, Klima und Sustainability

Referenten:

Prof. Dr. Dr. h.c. A. Semmel, Universität Frankfurt
Dr. L. Feldmann, TUC

Moderation:

Prof. Dr. H. Quade, TUC

PROGRAMM

Donnerstag, 15.12.1994, 16.15 Uhr

Nord-Süd Konflikt und Sustainability

Referenten:

Dr. P. Alexander, Berater für Volkswirtschaft und Agrar-
ökonomie in der Entwicklungshilfe, Urm
Dr. G. Linnenbrink,
Evangelische Landeskirche, Hannover

Moderation:

Pfarrer K. Wachlin,
Evangelische Studentengemeinde Clausthal

Donnerstag, 12.01.1995, 16.15 Uhr

Leichtbau und Sustainability

Referenten:

Dr.-Ing. K.-H. Piehl, Thyssen Stahl, Oberhausen
F. Rösch, Alcan Deutschland, Nürnberg
Dr.-Ing. C. Sanetra, CUTEC
Prof. Dr.-Ing. H. Zenner, TUC

Moderation:

Prof. Dr.-Ing. P. Dietz, TUC

PROGRAMM

Donnerstag, 26.01.1995, 16.15 Uhr

Der Industriestandort Deutschland und Sustainability

Referenten:

H. Hastedt, Siemens, Hannover
S. Röthele, Sympatec, Clausthal-Zellerfeld

Moderation:

Prof. Dr.-Ing. H.-P. Beck, TUC

Donnerstag, 09.02.1995, 16.15 Uhr

Stahl und Sustainability

Referenten:

Prof. Dr.-Ing. J. Philipp, Thyssen, Duisburg
Prof. Dr.-Ing. W. Pluschke, TUC

Moderation:

Prof. Dr.-Ing. K. Schwertfeger, TUC

TUC = Technische Universität Clausthal

*Die Seminare finden donnerstags
von 16.15 Uhr bis ca. 20 Uhr statt.*

*Im Anschluß an die Vorträge ist eine Podiums-
und Plenumsdiskussion vorgesehen.*

01.08.94

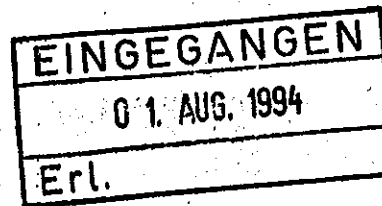
08:00

TU CLAUSTHAL INST.F. BERGBAU KUNDE

P.01

4235638

30/07 '94 09:38 4235638



中华人民共和国煤炭工业部国际合作司

Department of International Cooperation, Ministry of Coal Industry PRC

21 Hepingli Beijie, Beijing 100713, China

Tel: 4229939 Fax: 4235838, 4213949

July 29, 1994

Fax: 0049-5323-723762

To: Dr. Beck Kans-peter

Schmeil Johanna Christa Angelika

You are kindly Expected by International Cooperation Department of Ministry of Coal Industry of P. R. C. to come to Fuxin Coal Mining Institute on Aug. 14, 1994 for giving lectures. The duration in China will be 30 days. Pls apply forthwith for one entry visa in the Chinese Embassy in Berlin.



0555

Interanational Cooperation Department
Ministry of Coal Industry
P. R. C.

**POLSKIE TOWARZYSTWO
ELEKTROTECHNIKI TEORETYCZNEJ I STOSOWANEJ
PTETIS**

ZEBRANIE NAUKOWE

w dniu 7. 11 1994 r. o godz. 11⁰⁰
w sali nr 102 /około 30 min/
Pawilon B-1 I p.

W PROGRAMIE REFERAT:

- „DREHSTROMANTRIEBE MIT AKTIVER SCHWINGUNGSUNTERDRÜCKUNG
IM ELASTISHEM ANTRIEBSSTRANG”
- „NAPĘDY PRĄDU PRZEMIENNEGO Z AKTYWNYM TŁUMIENIEM
OSCYLACJI W ELASTYCZNYM POŁĄCZENIU.”

BĘDZIE PRZEDSTAWIONY PRZEZ:

Professor HANS-PETER BECK
TU. CLAUSTHAL.

PO REFERACIE DYSKUSJA


ZARZĄD ODDZIAŁU PTETIS
w

WSTĘP WOLNY



- | | | |
|---|---|----------------------|
| ⊙ | Verfügbare Gebäudefläche
(Leibnizstraße 28) | 1620m ² |
| | – Bürofläche | 826m ² |
| | (einschl. verliehener Fläche) | (220m ²) |
| | – Labor-/Prüffeldfläche | 794m ² |
| ⊙ | Mitarbeiter | |
| | – wissenschaftliches Personal | 14 |
| | – techn.-/Verwaltungspersonal | 10 |
| | – Lehrbeauftragte/Gastwissenschaftler | 5 |
| | – wissenschaftliche Hilfskräfte | 15 |
| | – externe Doktoranden | 1 |
| | | <hr/> Σ 45 |
| ⊙ | Prüffeld mit | |
| | – Maschinen-/Antriebslabor | |
| | – Energieelektroniklabor | |
| | – Hochspannungs-/Energieanlagenlabor | |
| | – Meßdatenverarbeitungslabor (HP1000/PC) | |
| | – Prüfstände für Walzwerks- und Bahnantriebe
mit I/U/D-Umrichtern, Umkehrstromrichtern | |
| ⊙ | Mechanik-/Elektrotechnik-/Elektronikwerkstatt | |
| ⊙ | Prozeßrechner-/Simulationstechniklabor
(MicroVAX, SUN 4, PCs) | |
| ⊙ | CAD-Schaltplanerstellung (AutoCAD) | |

Rechnerbestand und -aufgaben am Institut (incl. Planung für 1995):

Offline-Simulation (MATRIX _x , NETASIM):	CAD-Pool 6 des Fachbereiches MVT bestehend aus einem Server (Sun-Station 2) und drei Clients (SunStation IPC) <1990> Workstation-Pool des IEE bestehend aus 2 Sun-SPARCclassics und einer AXIL 235 <1994>
Offline-Simulation (NETASIM):	MicroVAX 3100 unter VMS <1990>
Online-Simulation, digitale Regelung:	Logidyn-D (A800) mit Software LogiCAD (Entwicklungsumgebung), LogiVIEW (Visualisierung, Parametrierung) und RDTM (Testen, Bedienen) <1990>
Online-Simulation, digitale Regelung und Beobachtung:	Massiv-Parallelrechnersystem, bestehend aus skalierbaren heterogenen Prozessorknoten (Signal-, Transputer- und Standardprozessor) mit Prozeßankopplung, Prozeß-Visualisierung und Entwicklungsumgebung (incl. parallelisierender FORTRAN- und C-Compiler) auf Sun-Workstations (<i>Großgeräteeintrag für ca. 500.000,-DM Investitionssumme in 12.93 gestellt; Beschaffung ca. 02.95 geplant</i>)
Prozeßrechner	HP-1000 (A600+) unter RTE-A (Multiuser/Multitasking), ursprünglich "Institutsrechner" mit universellen Softwareentwicklungs-, Simulations-, und Prozeßvisualisierungsaufgaben, heute Prozeßdatenerfassung, -auswertung, -darstellung und institutsinterne Organisationsaufgaben <1983>
Meßdatenerfassung und -auswertung:	Industrie-PC mit Glasfaser-Netzankopplung, IEC- und SCSI-Bus, A/D-Wandlerkarte, DAGO- und DIA-Software zur Meßwerterfassung, -auswertung und -darstellung <1994>
Desktop-Publishing, CAD-Anwendung:	NeXTstation <1994>
Textverarbeitung, CAD, usw.	IBM-kompatible PCs

Hard- und Software-Aktivitäten in 1994:

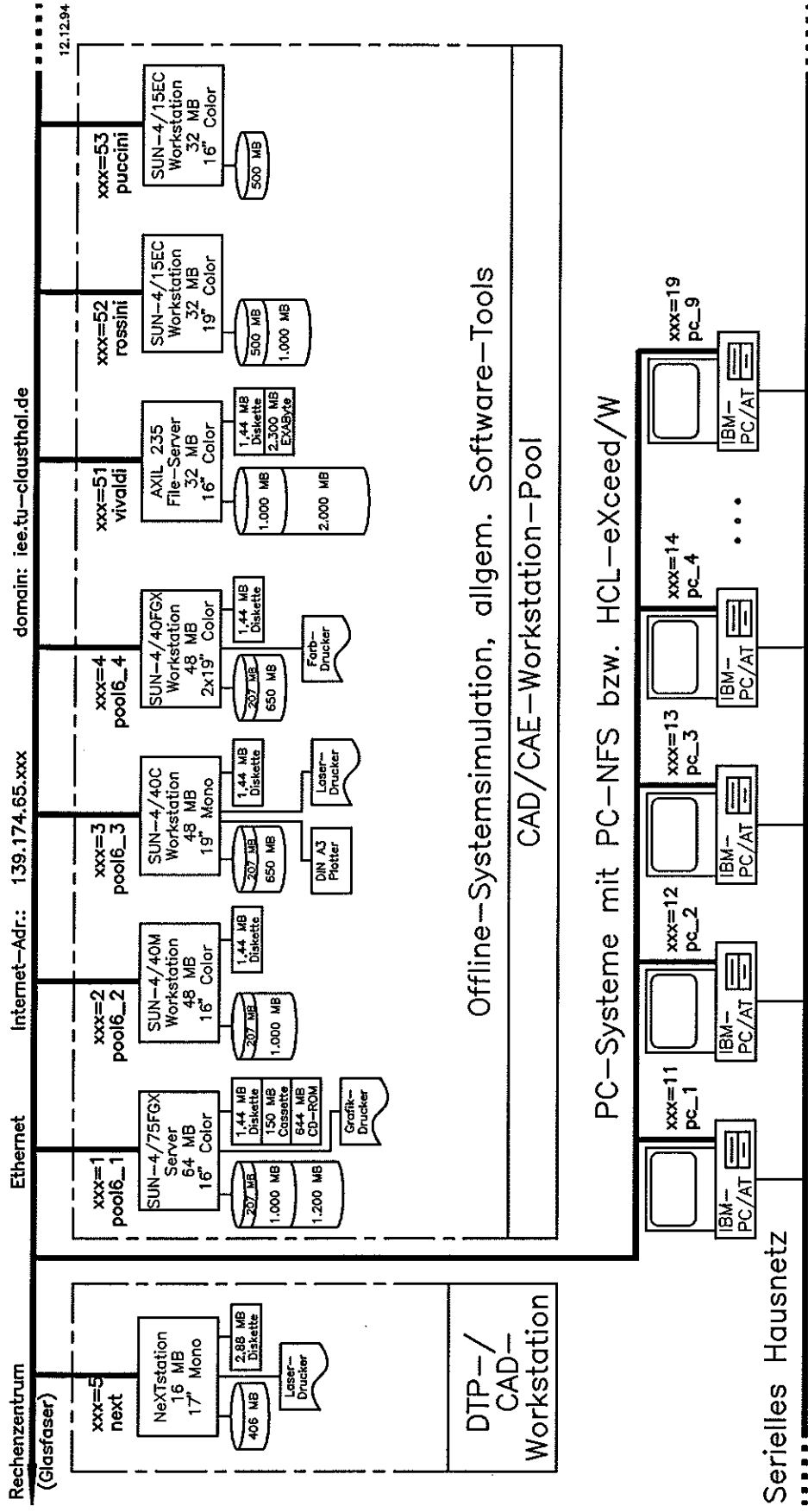
Vernetzung:	<ul style="list-style-type: none"> • Ausbau des hausinternen Thinwire-Ethernet-Netzes • Integration der dafür relevanten PCs unter PC-NFS (Sun) und HCL-eXeed/W (X-Window-Emulation) in das Workstationnetz
Software	<ul style="list-style-type: none"> • Installation der neuen, erweiterten MATRIX_x-Lizenz (Version 4.0, 50 Lizenzen) zur hochschulweiten Nutzung auf dem MATRIX_x-Server des IEE
Schulung	<ul style="list-style-type: none"> • Saber-Seminar im IEE durch die Fa. Analogy im Rahmen des ITZ-Kolloquiums (Informationstechnischen Zentrum)
Hardware	<ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung des IEE-Rechnerpools um drei Sun-(bzw. kompatible) Workstations • Kontinuierlicher Ausbau der Platten- und Arbeitsspeicher-Kapazität im Workstation-Bereich

Bearbeiter:

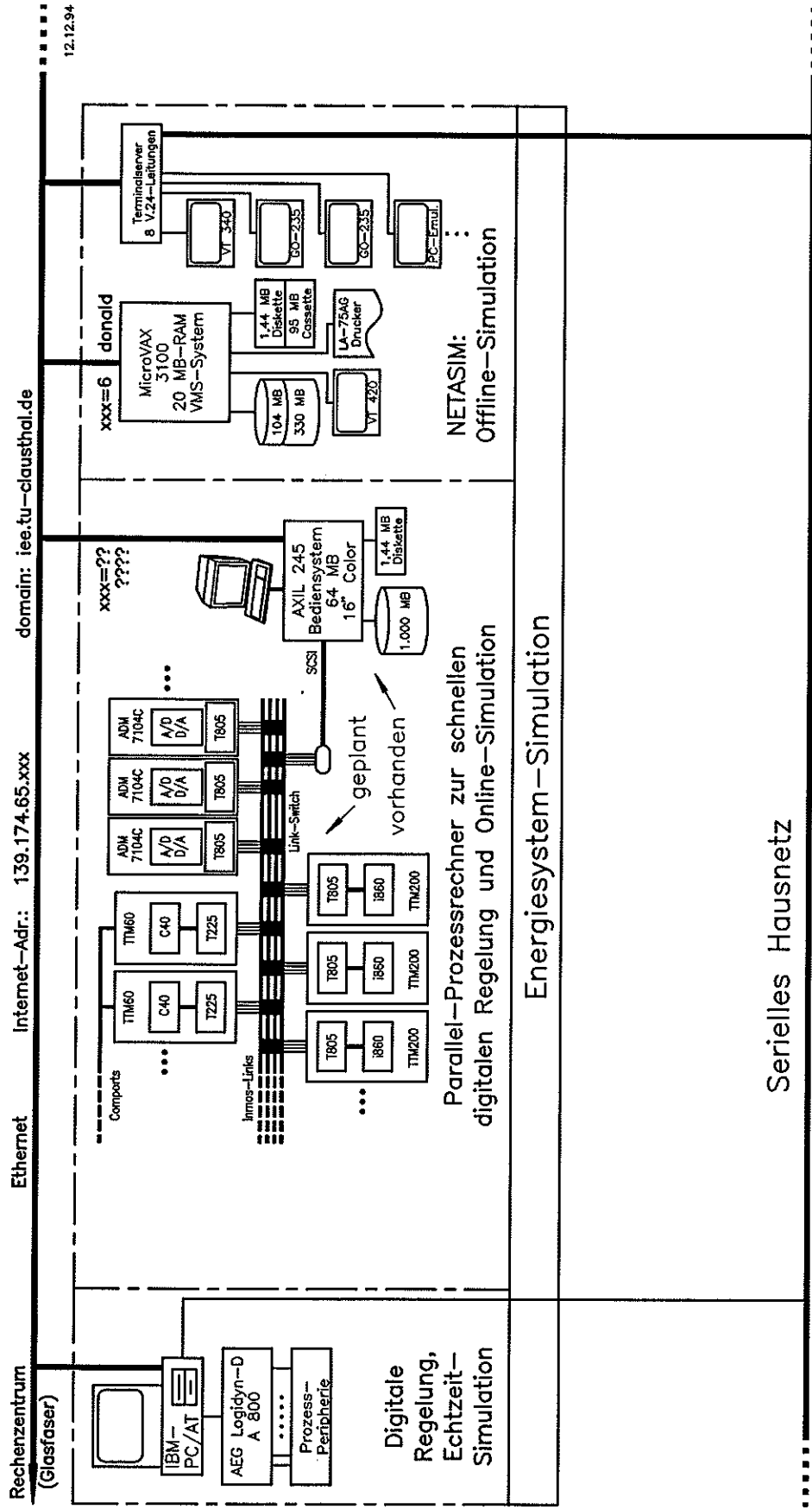
Dr.-Ing. E.-A. Wehrmann (Tel.: 72-2595)

Datum:

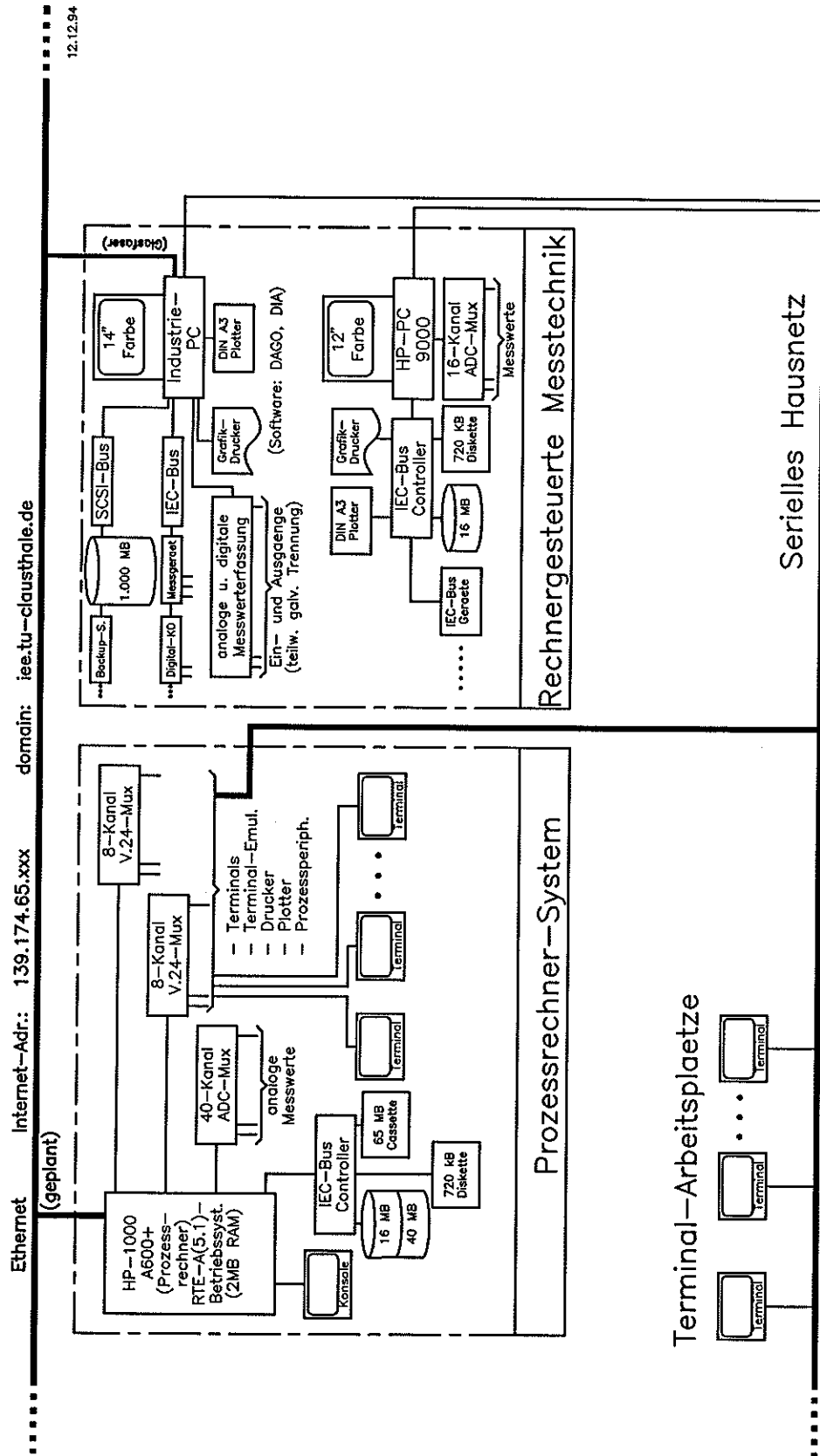
05.12.1994



UNIX-Workstations zur Offline-Simulation und Dokumentation



Recherausstattung zur Simulation von Energiesystemen



Rechnergesteuerte Messtechnik im Prueffeld